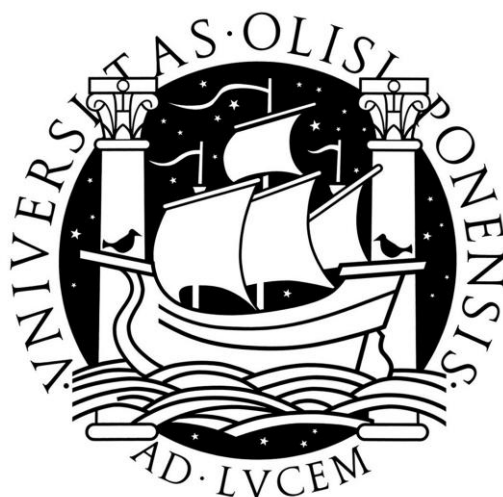


UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA



AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES  
SISTEMAS ADESIVOS NA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL

**Filipa Susana Nóbrega Gonçalves**

MESTRADO INTEGRADO

2012

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA



AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES  
SISTEMAS ADESIVOS NA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL

Dissertação orientada pela Dra. Ana Pequeno

**Filipa Susana Nóbrega Gonçalves**

MESTRADO INTEGRADO

2012

*“We must be the change we wish to see.”*

**Mahatma Gandhi**

## AGRADECIMENTOS

À Dra Ana Pequeno pelo carinho, amizade e dedicação com que orientou este estudo. Pela disponibilidade e apoio inigualável, e por todos os conhecimentos que me transmitiu. Espero sinceramente ter correspondido às suas expectativas. Ao pequeno Lourenço, pela alegria com que brindou todo o processo laboratorial.

Ao Professor Doutor Alexandre Cavalheiro, pelo tempo disponibilizado na ajuda da realização e compreensão da componente estatística deste trabalho, e pelo incentivo à realização de uma investigação laboratorial.

À Dra Catarina Coito pela simpatia e disponibilidade.

Ao Professor Doutor Luís Pires Lopes, Professor Catedrático da Faculdade de Medicina Dentária de Lisboa, pela disponibilização das instalações, material e equipamentos do Laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor António Mata, pela disponibilização do laboratório I da Unidade de Investigação em Ciências Orais e Biomédicas (UICOB).

À Anabela, pelo material.

Ao Seabra, pela paciência e ajuda perante as batalhas informáticas.

Ao Tiago por me deixar fazer parte da sua vida. Obrigada pela compreensão, dedicação e pelas muitas horas perdidas a ajudar-me na realização deste trabalho.

Aos meus pais, por possibilitarem tudo o que tenho e tudo o que sou.

## RESUMO

**Objetivos:** O presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão dos sistemas adesivos existentes no mercado, assim como estudar a influência do tipo de sistema adesivo na microinfiltração em margens de esmalte e dentina.

**Materiais e Métodos:** Neste estudo utilizaram-se 15 dentes molares humanos livres de cárie. Foram realizadas cavidades classe V com margens em esmalte e dentina, aleatoriamente divididas em 5 grupos (n=10). Às cavidades foram aplicados 4 sistemas adesivos distintos: OptiBond™ FL (Kerr), OptiBond™ SoloPlus (Kerr), OptiBond™ XTR (Kerr) e OptiBond™ All-in-One (Kerr), tendo sido todas restauradas com o compósito Herculite XRV™ (Kerr). Todos estes sistemas adesivos foram aplicados segundo as instruções do fabricante, o OptiBond FL (OptiBond FL Detailed), para além disso, foi testado com alterações ao protocolo do fabricante. Os dentes foram armazenados em água destilada a 37°C, com humidade relativa de 100% durante 24h. Após o período de armazenamento, os grupos foram isolados e imersos em azul de metileno a 2% durante 4 horas. Cada espécimen foi seccionado longitudinalmente e em cada secção foi avaliado o grau de microinfiltração da interface com estereomicroscópio, ampliação 20x. Os resultados foram analisados através dos testes estatísticos ANOVA e post-hoc de Scheffe.

**Resultados :** Na margem em esmalte observaram-se diferenças estatisticamente significativas ( $p<0,05$ ) entre o grupo OptiBond FL Detailed e os grupos OptiBond XTR e OptiBond All-in-One. Na margem em dentina apenas se verificaram diferenças estatisticamente significativas ( $p<0,05$ ) entre o grupo OptiBond FL Detailed e os restantes.

**Conclusões :** Estes resultados sugerem que a microinfiltração marginal pode ser afetada pelo tipo de sistema adesivo.

### PALAVRAS-CHAVE:

Sistema adesivo, Microinfiltração, Adesivo de condicionamento total, Adesivos autocondicionantes.

## ABSTRACT

**Objectives:** The aim of this study is to review the current situation of the adhesive systems, as well as analyze the influence of the adhesive system on microleakage in enamel and dentin margins.

**Materials and Methods:** 15 human caries-free molar teeth were used in this study. Class V cavities were performed with enamel and dentin margins. Then, the teeth were randomly divided into five groups ( $n = 10$ ) and four different adhesive systems were applied to the preparations: OptiBond™ FL (Kerr), OptiBond™ SoloPlus (Kerr), OptiBond™ XTR (Kerr) and OptiBond™ All-in-One (Kerr), having all been restored with the Herculite XRV™ (Kerr) composite. All of these adhesive systems were applied according to manufacturer's instructions. In addition, OptiBond FL, was also tested with changes on manufacturer's protocol (Detailed OptiBond FL). The teeth were stored in distilled water at 37 ° C with 100% relative humidity for 24 hours. After that, the groups were isolated and placed in a 2% methylene blue dye solution for 4 hours. Samples were sectioned longitudinally and evaluated for microleakage under astereomicroscope at 20x magnification. The results were analyzed using ANOVA tests and post-hoc Scheffe.

**Results:** Significant differences ( $p < 0.05$ ) were found in the degree of microleakage of the enamel margin between the group OptiBond FL Detailed and groups OptiBond XTR and OptiBond All-in-One. On the dentin margin, significant differences ( $p < 0,5$ ) were found between OptiBond FL and the other groups.

**Conclusions:** These results suggest that microleakage can be affected by the type of adhesive system.

## KEYWORDS:

Adhesive system, Microleakage, total-etch adhesive, self-etch adhesive.

# ÍNDICE GERAL

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                               | <b>1</b>  |
| <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                    | <b>2</b>  |
| 1. Adesão.....  | 2         |
| 1.1. Adesão ao esmalte .....                          | 2         |
| 1.2. Adesão à dentina.....                            | 3         |
| 2. Sistemas adesivos.....                             | 4         |
| 2.1. Evolução adesiva.....                            | 4         |
| 2.2. Classificação atual.....                         | 6         |
| 2.2.1. <i>Etch-and-rinse</i> .....                    | 6         |
| 2.2.2. <i>Etch-and-dry</i> .....                      | 8         |
| 3. Microinfiltração.....                              | 9         |
| 3.1. Fatores que influenciam a microinfiltração ..... | 9         |
| 3.1.1. Contração de polimerização .....               | 10        |
| 3.1.1.1. Configuração da cavidade .....               | 10        |
| 3.1.1.2. Composição da resina composta .....          | 11        |
| 3.1.1.3. Grau de conversão.....                       | 11        |
| 3.1.2. Coeficiente de expansão térmica .....          | 12        |
| 3.1.3. Biodegradação das resinas.....                 | 12        |
| 3.2. Métodos de avaliação da microinfiltração .....   | 13        |
| <b>OBJETIVO .....</b>                                 | <b>15</b> |
| <b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>                       | <b>16</b> |
| 1. Materiais .....                                    | 16        |
| 2. Protocolo experimental .....                       | 17        |
| 2.1. Obtenção e preparação dos espécimens .....       | 17        |
| 2.2. Teste de microinfiltração .....                  | 19        |
| 2.3. Visualização ao microscópio .....                | 19        |
| 2.4. Análise estatística.....                         | 20        |
| <b>RESULTADOS.....</b>                                | <b>21</b> |
| 1. Estatística descritiva.....                        | 21        |
| <b>DISCUSSÃO .....</b>                                | <b>24</b> |
| <b>CONCLUSÃO .....</b>                                | <b>30</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                | <b>31</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>                                   | <b>39</b> |
| ANEXO I .....   | 39        |
| ANEXO II .....  | 45        |
| ANEXO III .....                                       | 51        |
| ANEXO IV .....  | 54        |

## ÍNDICE DE IMAGENS

|  |    |
|--|----|
| Fig 1 – Preparação das cavidades: (A) Execução das cavidades; (B) Localização e dimensão das cavidades .....   | 17 |
| Fig 2 – Restauração das cavidades: (A) Compósito Herculite XRV; (B) Corte esquemático da técnica incremental utilizada; (C) Aparelho fotopolimerizador Ortholux <sup>TM</sup> ; (D) Fotopolimerização do compósito ..... | 18 |
| Fig 3 – (A) Coroa colada em base de acrílico; (B) Secção das restaurações com máquina de corte .....   | 19 |
| Fig 4 – Classificação do grau de microinfiltração .....  | 20 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Fabricante, composição, lote e validade dos sistemas adesivos e compósito usados ..... | 16 |
| Tabela 2 – Grupos experimentais .....   | 18 |
| Tabela 3 – Sistema de classificação do grau de microinfiltração .....                             | 20 |
| Tabela 4 – Distribuição do grau de microinfiltração marginal em esmalte por grupo .....           | 21 |
| Tabela 5 - Teste post-hoc de Scheffe para a microinfiltração marginal em esmalte .....            | 22 |
| Tabela 6 – Distribuição do grau de microinfiltração marginal em dentina por grupo .....           | 22 |
| Tabela 7 – Teste post-hoc de Scheffe para a microinfiltração marginal em dentina .....            | 23 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1 - Distribuição do grau de microinfiltração em esmalte por grupo experimental ..... | 21 |
| Gráfico 2 - Distribuição do grau de microinfiltração em esmalte por grupo experimental ..... | 23 |



## ABREVIATURAS

|               |  |
|---------------|--|
| °C            | graus centígrados                        |
| µm            | micrómetro                               |
| 4-MET         | ácido 4-metacriloiloxietil trimetílico   |
| bis-GMA       | bisfenol-A-glicidildimetacrilato         |
| CQ            | canforoquinona                           |
| EDTA          | ácido etilenodiaminotetra-acético        |
| <i>et al.</i> | <i>et aliii</i>                          |
| GPDM          | dimetacrilato ácido glicerofosfórico     |
| HEMA          | 2-hidroxietilmetacrilato                 |
| mm            | milímetro                                |
| nm            | nanómetro                                |
| NPG           | N-fenilglicina                           |
| NPG-GMA       | N-fenilglicina glicidilmetacrilato       |
| PENTA         | Dipentaeritriol pentacrilato monofosfato |
| SPSS          | Statistical Package for Social Sciences  |
| TEGDMA        | Trietilenoglicol dimetacrilato           |
| UDMA          | Uretano dimetacrilato                    |

## INTRODUÇÃO

---

A Dentisteria Restauradora evoluiu consideravelmente nas últimas décadas.

A introdução dos adesivos amelodentinários marcou o início de uma nova era na medicina dentária: a “dentisteria adesiva”. Atualmente, os materiais restauradores são mais estéticos e procuram reproduzir a natureza dentária, cada vez mais exigida pelos pacientes (Van Meerbeek *et al.*, 1998).

A técnica adesiva modificou os conceitos clássicos de preparação dentária defendidos até ao início do século XX e possibilitou o desenvolvimento de inúmeras técnicas clínicas, visando a maior conservação de estrutura dentária (Laxe *et al.*, 2007). Hoje em dia, os sistemas adesivos são indicados para restaurações estéticas de lesões de cárie (Perdigão & Swift, 2006; Van Meerbeek *et al.*, 1998); alteração da forma, cor e tamanho dos dentes; colar fragmentos de dentes fraturados; aplicação de selantes de fissuras; adesão de restaurações indiretas; cimentação de retentores intrarradiculares; fixação de *brackets* ortodônticos e colocação de *splints* periodontais (Van Meerbeek *et al.*, 1998).

Desde a introdução da técnica de condicionamento ácido por Buonocore (1955), a adesão ao esmalte permaneceu simples, consistente e fiável ao longo de várias décadas (Buonocore, 1955; Coelho *et al.*, 2011). Pelo contrário, a adesão à dentina revelou-se imprevisível, levando à sucessiva modificação dos sistemas adesivos, caracteristicamente focados na necessidade de ultrapassar as dificuldades na adesão a este substrato. A tendência atual consiste no desenvolvimento e comercialização de sistemas adesivos com menor número de passos. Contudo, esta simplificação não se traduz necessariamente numa melhor eficácia adesiva (Pneumans *et al.*, 2005).

A integridade marginal das restaurações é um importante parâmetro para se avaliar a longevidade de um material restaurador. A formação de um espaço entre o dente e o material está associado a coloração marginal, sensibilidade pós-operatória, cáries recorrentes e danos pulpares (Ferracane, 2000; Van Meerbeek, 2003).

### 1. Adesão

A adesão é a propriedade pela qual átomos ou moléculas de duas superfícies semelhantes ou diferentes se unem, mantendo-se em íntimo contacto devido às forças intermoleculares existentes (Martins *et al.*, 2007). O mecanismo básico de união da resina composta ao esmalte e à dentina ocorre essencialmente por um processo de troca, o qual envolve a substituição dos minerais removidos dos tecidos dentários duros por monómeros resinosos que se infiltram e são polimerizados nas porosidades criadas, promovendo uma adesão micromecânica (Oliveira *et al.*, 2010).

O sucesso clínico das restaurações depende da efetividade e durabilidade dessa interface, o que torna necessário o conhecimento dos substratos dentários sobre os quais os sistemas adesivos são aplicados e o mecanismo pelo qual ocorre essa união (Martins *et al.*, 2007).

#### 1.1. Adesão ao esmalte

O esmalte é um tecido altamente mineralizado constituído, em peso, por 96% de matéria inorgânica, cujo principal componente mineral é a hidroxiapatite, 1% a 2% de matéria orgânica e 4% de água (Gwinnet, 1992). Estruturalmente, é composto por unidades microscópicas denominadas prismas, presentes desde a junção amelo-dentinária (JAD) até à superfície do dente. Regra geral, os prismas encontram-se alinhados perpendicularmente tanto à JAD como à superfície do dente, no entanto, na região cervical verifica-se uma direção ligeiramente apical (Sharawy & Yaeger, 1989).

A adesão ao esmalte é conseguida através do condicionamento deste substrato com ácido fosfórico em concentrações que variam entre 30% a 37%, durante um tempo de aplicação de 15 a 30 segundos. Este procedimento transforma o esmalte liso numa superfície irregular, aumentando a energia de superfície e tornando-o mais recetivo para a infiltração de monómeros resinosos (Ten Cate, 2001).

O condicionamento ácido pode provocar três padrões micromorfológicos diferentes: o padrão tipo I inclui a dissolução do centro dos prismas sem dissolução da periferia. No tipo II ocorre o inverso, a periferia do prisma é dissolvida, porém o do centro mantém-se intacto. O padrão de condicionamento tipo III é o menos definido,

incluindo áreas que se parecem com os padrões anteriores (Gwinnet, 1971; Silvertone *et al.*, 1975).

Uma vez que o esmalte é um substrato homogêneo, a adesão fundamenta-se na formação de prolongamentos de resina ou *resin tags* que resultam da penetração da resina, por difusão capilar, nas microporosidades de superfície (Gwinnet & Matsui, 1967).

## 1.2. Adesão à dentina

As restaurações adesivas tornaram-se procedimentos de rotina na dentisteria moderna. No entanto, uma adequada adesão dentinária é difícil de conseguir.

Esta dificuldade encontra-se relacionada com as características únicas deste substrato. Fatores como o número relativo de túbulos por mm<sup>2</sup>, a profundidade da cavidade, a permeabilidade e a idade dentinária conferem à dentina uma natureza não constante, sendo ainda responsáveis pela infiltração marginal e por forças de adesão muito variáveis (Tagami *et al.*, 1990; Pashley, 1991; Marshall *et al.*, 1997; Perdigão & Lopes, 1999).

A dentina é constituída por aproximadamente 75% de matéria inorgânica, 20% de matéria orgânica, maioritariamente colagénio tipo I, e 5% de água (Mjor & Fejerskov, 1979). É um tecido histologicamente complexo constituído por túbulos dentinários, pequenos canalículos que a atravessam desde a JAD ou cimento até à polpa. Os túbulos dentinários são preenchidos por fluido e prolongamentos de células odontoblásticas, encontrando-se rodeados por uma camada de dentina hipermineralizada, a dentina peritubular. A dentina menos mineralizada entre os túbulos denomina-se dentina intertubular (Garberoglio & Brännström, 1976).

A quantidade de túbulos e o seu diâmetro variam de acordo com a profundidade. À medida que nos aproximamos da polpa, diminui a dentina intertubular e aumenta o diâmetro e o número de canalículos por mm<sup>2</sup>, o que se traduz numa diminuição da dureza da dentina e também numa diminuição das forças de adesão (Pereira *et al.*, 1999). A estrutura tubular da dentina é responsável pela sua hidratação intrínseca, uma vez que existe comunicação com o tecido pulpar e este está sob pressão vascular positiva (Pashley, 1989).

A dentina sofre alterações fisiológicas e patológicas que tornam o mecanismo de adesão mais complexo. As células odontoblásticas são responsáveis pela produção de

diferentes tipos de dentina, a primária, a secundária e a terciária (Marshall *et al.*, 1997; Nanci, 2003).

Outra particularidade da dentina, prende-se com a formação de *smear layer*, microdetritos deixados sobre a dentina quando esta é cortada ou desgastada com instrumentos rotatórios ou manuais (Brannström, 1984). A *smear layer* é composta por debris orgânicos e inorgânicos, associados a resíduos de sangue e micro-organismos, que ao penetrarem no interior do complexo tubular (0,5-5,0 µm) originam rolhões dentinários ou *smear plugs*, responsáveis pela obstrução dos canalículos (Eick, 1992).

Este fenómeno de obliteração canalicular atua como barreira, reduzindo a permeabilidade dentinária e as forças adesivas das restaurações a compósito, para além de favorecer o depósito de bactérias e dos seus subprodutos (Pashley *et al.*, 1984; Erickson, 1992).

Visando a sua remoção, a *smear layer* pode receber diferentes tipos de tratamento, de acordo com a forma de atuação dos adesivos dentinários (Brannström, 1984).

## 2. Sistemas adesivos

Os sistemas adesivos são os materiais responsáveis por produzir a adesão do material restaurador às estruturas dentárias. São a combinação de monómeros resinosos de diferentes pesos moleculares e viscosidades, diluentes resinosos e solventes orgânicos (Oliveira, 2010).

Os monómeros resinosos podem ser hidrofílicos, o que permite que o adesivo seja compatível com a humidade natural do substrato dentinário, ou hidrofóbicos, apresentando maior viscosidade e peso molecular, o que confere maior resistência mecânica e estabilidade ao material (Carvalho, 2004).

### 2.1. Evolução adesiva

Em 1955 Buonocore, inspirado pela aplicação industrial de ácido fosfórico a 85% para facilitar a adesão de pinturas e resinas a superfícies metálicas, propôs a técnica de condicionamento ácido com o objetivo de alterar a superfície do esmalte, “tornando-o mais recetivo à adesão” (Buonocore, 1955). Desde então, diferentes concentrações de ácido fosfórico e diferentes tempos de condicionamento foram propostos para o esmalte, observando-se ótimos resultados na promoção de uma

superfície de esmalte retentiva quando aplicadas concentrações entre 30% a 40% durante 15 segundos (Swift *et al.*, 1995).

Com a evolução dos conceitos adesivos, a adesão ao esmalte atingiu valores satisfatórios. No entanto, a adesão à dentina manifestou-se mais difícil e menos previsível. Motivo pelo qual, a dentina tem sido alvo de numerosas investigações e várias gerações de adesivos dentinários foram desenvolvidos até à atualidade (Giannini, 2004).

Durante a década de 50, Buonocore demonstrou que resinas que contém dimetacrilato ácido glicerofosfórico (GPDM) podem ser aplicadas sobre superfícies dentinárias (Buonocore *et al.*, 1956). Esta descoberta impulsionou os adesivos (Van Meerbeek *et al.*, 1998).

Até ao final dos anos 80, o condicionamento da dentina com ácido foi desencorajado nos EUA e na Europa devido ao consenso de que a exposição dos túbulos dentinários levaria à inflamação ou à necrose pulpar (Coelho *et al.*, 2011). Como tal, os sistemas adesivos que continham ácido fosfórico não foram bem aceites até serem publicados os trabalhos de Fusayama (Fusayama *et al.*, 1979). Com este autor surgiram os adesivos de terceira geração.

Na terceira geração foi realizado pela primeira vez o condicionamento ácido da dentina com o objetivo de modificar ou remover parcialmente a *smear layer* (Coelho *et al.*, 2011). No entanto, como as resinas adesivas empregues apresentavam natureza hidrofóbica, também não se verificaram melhorias significativas nas forças de adesão (Van Dijken, 2000).

O grande passo na evolução da adesão dentinária foi possível com a introdução de uma quarta geração de adesivos, também denominados adesivos de condicionamento total ou *total-etch*, capazes de promover o condicionamento simultâneo do esmalte e da dentina (Fusayama *et al.*, 1979; Van Meerbeek *et al.*, 2001). Estes adesivos, muito populares até aos dias de hoje, são constituídos por três componentes que são aplicados de forma sequencial: o condicionador ácido, o *primer* e o agente adesivo ou *bond* (Van Meerbeek, 1998; Perdigão e Lopes, 1999; Van Meerbeek *et al.*, 2003).

Com esta geração foi introduzida a conceção de camada híbrida, zona de interdifusão resina-dentina descrita por Nakabayashi como sendo a estrutura responsável pelo mecanismo de adesão (Nakabayashi *et al.*, 1982).

Os adesivos de quarta geração alcançam valores de adesão à dentina entre 15 a 30 MPa e apresentam ótimos resultados clínicos (Van Meerbeek *et al.*, 2001).

Posteriormente, com o objetivo de simplificar os procedimentos adesivos, foi desenvolvido um sistema de condicionamento total de um frasco ou *one-bottle*, adesivo de quinta geração. Este, apesar de requerer a etapa separada de condicionamento ácido, combina o *primer* e o *bond* numa única solução (Coelho *et al.*, 2011).

A sexta e sétima gerações adesivas também resultaram da combinação de componentes. Na sexta geração, foram combinados o ácido e o *primer* e na sétima misturaram-se todos os componentes num só frasco, originando os adesivos *all-in-one* (Van Meerbeek *et al.*, 2003).

## 2.2. Classificação atual

Durante vários anos os adesivos foram classificados em gerações, segundo a sua ordem cronológica de aparecimento. Todavia, esta classificação carece de base científica e não permite categorizar os adesivos de acordo com critérios objetivos. Motivo pelo qual surgiu a classificação atual, assente essencialmente na interação com o substrato dentário e secundariamente no número de passos clínicos da sua aplicação (Van Meerbeek *et al.*, 2001).

Assim, as estratégias adesivas atuais encontram-se divididas em *etch-and-rinse* (previamente denominados *total-etch*) e *self-etch* ou *etch-and-dry* (Van Meerbeek *et al.*, 2003).

Os adesivos *etch-and-rinse* (E&R) removem completamente a *smear layer* através de condicionamento ácido, seguido de lavagem, e apresentam-se comercializados em sistemas de três ou de dois passos clínicos. Os *self-etch* modificam e incorporam a *smear layer* no processo adesivo, podendo ser aplicados em dois ou um passo (Van Meerbeek *et al.*, 2001; Van Meerbeek *et al.*, 2003).

Uma terceira estratégia adesiva baseia-se na utilização de cimento de ionómero de vidro (Davidson & Mjör, 1999). Os materiais à base de ionómero de vidro possuem capacidades autoadesivas à estrutura dentária devido à sua fórmula química e natureza estrutural (Van Meerbeek *et al.*, 1998; Yoshida *et al.*, 2000).

### 2.2.1. *Etch-and-rinse*

Os adesivos E&R distinguem-se por possuir um passo clínico separado de condicionamento dentário com ácido ortofosfórico entre 35% a 40% (Perdigão & Lopes, 1999; Van Meerbeek *et al.*, 2003). No esmalte, o ácido promove a

desmineralização dos cristais de hidroxiapatite, promovendo a formação de microretenções (Swift *et al.*, 1995). Na dentina observa-se a remoção da *smear layer* e a desmineralização da dentina peri e intertubular (3-5 µm de profundidade), promovendo a abertura dos túbulos dentinários e a exposição de uma densa rede de fibras de colagénio (Perdigão *et al.*, 1996; Van Meerbeek *et al.*, 2001).

Após o condicionamento o ácido é removido por lavagem, podendo seguir-se a aplicação do *primer* e da resina adesiva separadamente, E&R de três passos, ou de dois passos se houver combinação do *primer* e do adesivo numa só aplicação (Van Meerbeek *et al.*, 2001).

Os adesivos E&R de dois passos, também denominados adesivos *one-bottle* ou *total-etch single bottle*, surgiram com o objetivo de simplificar e reduzir o número de passos clínicos, o tempo de trabalho e minimizar a introdução de erros técnicos (Coelho *et al.*, 2011).

O *primer* é o agente promotor de adesão que penetra na rede de colagénio, aumentando a energia de superfície e a molhabilidade da dentina. É constituído por monómeros bifuncionais dissolvidos em solventes orgânicos como a acetona, o álcool e a água, veículos que auxiliam a penetração do adesivo e o deslocamento da água de dentro da dentina pré-tratada e húmida (Tay *et al.*, 1996).

A resina adesiva é aplicada sobre o *primer*. O agente adesivo ou *bond* consiste primariamente em monómeros hidrofóbicos como o bisfenol glicidil metacrilato (Bis-GMA), uretano dimetacrilato (UDMA) e trietilenoglicol dimetacrilato (TEGMA), combinados com moléculas hidrofílicas, como o HEMA (Erickson, 1992).

O adesivo copolimeriza com o *primer* formando uma camada de colagénio impregnada com extensões de resina, designada por camada híbrida (Nakabayashi *et al.*, 1982).

Os adesivos de condicionamento total preconizam a adesão à dentina húmida – *wet bonding*, como forma de otimizar a formação da camada híbrida e com base no pressuposto de que as fibras de colagénio não sustentadas, se estiverem demasiado secas irão colapsar, inibindo a impregnação pelo *primer* (Kanka, 1992). Contudo, um teor excessivo de humidade irá diluir os monómeros do *primer*, comprometendo a adesão (Jacobsen & Söderholm, 1995). Estes aspetos levaram à dificuldade em definir o grau ideal de humidade, facilitando a introdução de erros (Kugel & Ferrari, 2000).

Adicionalmente estes sistemas potenciam a introdução de outros erros clínicos como o condicionamento excessivo da dentina, capaz de induzir uma desmineralização



demasiado profunda e inacessível à completa penetração pela resina, o que por sua vez pode gerar sensibilidade pós-operatória (Van Meerbeek *et al.*, 1998; Coelho *et al.*, 2001; Ernest, 2004) e favorecer a permanência de uma zona porosa sob a camada híbrida, suscetível de sofrer nanoinfiltração (Sano *et al.*, 1995).

### 2.2.2. *Etch-and-dry*

Ao contrário dos adesivos E&R, não necessitam da aplicação separada de condicionador. A técnica adesiva *etch-and-dry* (E&D) baseia-se na utilização de monómeros acídicos que não são removidos, permitindo a desmineralização e infiltração simultânea da *smear layer* (Van Meerbeek *et al.*, 2003).

Os adesivos *self-etch* podem ser de dois passos ou de um passo. Os E&D de dois passos envolvem a aplicação de *self-etch primer* seguido da resina adesiva, enquanto os E&D um passo ou *all-in-one* combinam o condicionador, o *primer* e o adesivo numa só aplicação (Perdigão, 2007).

Para além do número de aplicações, os E&D podem ser subdivididos segundo o potencial de desmineralização, em forte ( $\text{pH} \leq 1$ ), moderadamente forte ( $\text{pH} \approx 2$ ) e médios ( $\text{pH} > 2,5$ ) (Perdigão, 2007).

Os adesivos com maior pH desmineralizam a dentina a uma profundidade de apenas 1  $\mu\text{m}$ , permanecendo hidroxiapatite residual na camada híbrida, que pode servir como recetor para interações intermoleculares adicionais com grupos fosfato ou carboxilo dos monómeros (Van Meerbeek *et al.*, 2001).

Os adesivos E&D mais acídicos têm uma ação de condicionamento mais agressiva e próxima do ácido fosfórico (Coelho *et al.*, 2011).

Os adesivos de autocondicionamento possuem uma natureza química muito hidrofílica não só porque têm mais monómeros hidrofílicos (como o HEMA) do que os adesivos convencionais, mas também porque possuem uma grande quantidade de água como solvente (Moszner *et al.*, 2005). Esta composição confere propriedades aos *self-etch* que determinam uma maior apetência para atrair e captar água, atuando como membranas semipermeáveis, vulneráveis à hidrólise (Ernest, 2004; De Munck *et al.*, 2005).

Com a introdução dos adesivos *self-etch*, a desmineralização e a hibridização tornaram-se absolutamente correspondentes, uma vez que a infiltração do colagénio e a desmineralização ocorrem em simultâneo e à mesma profundidade que a penetração dos

monómeros adesivos (Coelho *et al.*, 2011). Teoricamente deixou de existir uma zona desmineralizada e não molhada pelo *primer*, as microporosidades passaram a ser totalmente preenchidas (Perdigão & Lopes, 1999). Foram também minimizados os defeitos ultraestruturais da interface, ao ser assegurada uma estreita continuidade entre a superfície e os monómeros de resina adesiva (Coelho *et al.*, 2011).

Estes adesivos trouxeram uma vantagem importante, a diminuição da sensibilidade à introdução de erros técnicos e a eliminação de etapas difíceis de standardizar, como a subjetividade inerente ao conceito de adesão à dentina húmida (Van Meerbeek *et al.*, 1998; Perdigão & Lopes, 1999; Moszner *et al.*, 2005; Stangel *et al.*, 2007). Outra vantagem atribuída aos adesivos de autocondicionamento, e diretamente relacionada com o seu modo de atuação, é a menor sensibilidade pós-operatória (Ersnest, 2004; Opdam *et al.*, 1998). Porém, este benefício não é consensual na literatura (Perdigão *et al.*, 2003).

### 3. Microinfiltração

A microinfiltração é definida como a passagem, clinicamente não detetável, de bactérias, fluídos, moléculas ou iões entre a parede da cavidade e o material restaurador (Kidd, 1976). Este fenómeno ocorre sempre que existe uma fenda entre a restauração e o dente, podendo resultar do não estabelecimento de adesão ou de uma perda de adesão conseguida entre o material restaurador e a estrutura dentária (Bouillaguet, 2001).

A integridade marginal é considerada o parâmetro que exerce maior influência na longevidade das restaurações (Mjör, 1985; Tay *et al.*, 1995). Clinicamente, a microinfiltração está associada a perda precoce da restauração, aparecimento de cáries recorrentes, sensibilidade pós-operatória e desenvolvimento de patologias pulpares (Going, 1972; Kidd, 1976; Cox *et al.*, 1988; Pashley, 1990).

#### 3.1. Fatores que influenciam a microinfiltração

Segundo a literatura, a integridade marginal é influenciada por vários fatores. A contração de polimerização do material restaurador, as diferenças existentes entre os coeficientes de expansão térmica do material restaurador e da estrutura dentária, e a degradação do adesivo ou do material de restauração utilizado, têm sido apontados como os principais mecanismos responsáveis pelo estabelecimento desta falha (Sakaguchi *et al.*, 1991; Anusavice & Phillips, 2003).

### 3.1.1. Contração de polimerização

A polimerização das resinas compostas caracteriza-se pela conversão de moléculas de monómeros em polímeros, através do estabelecimento de ligações covalentes (Anusavice & Philips, 2003). Este fenómeno promove a contração de polimerização, que se manifesta pela diminuição do volume do compósito sem que haja uma redução da sua massa. Isto deve-se à diminuição da distância intermolecular (Versluis, 1998).

A contração de polimerização dos compósitos caracteriza-se por duas fases distintas. Na primeira fase a mobilidade das cadeias poliméricas permite o escoamento da resina composta. Na segunda fase começam a estabelecer-se ligações cruzadas reduzindo o módulo de elasticidade do compósito. Assim, a capacidade de escoamento do compósito diminui, dando origem ao desenvolvimento de tensões de contração (Felzier, 1993).

A literatura não é unanime quanto à relação entre o aumento das tensões de contração e o aumento da microinfiltração (Calheiros *et al.*, 2004). No entanto, segundo Bouillaguet (2001) se a magnitude da força de união do compósito à estrutura dentária, promovida pelo sistema adesivo, for superior à magnitude das tensões de contração, geradas pela contração de polimerização, a probabilidade de aparecimento de microinfiltração será menor (Bouillaguet *et al.*, 2001). Por este motivo, e uma vez que os compósitos sofrem contração de polimerização na ordem dos 7 MPa, estima-se que sejam necessárias forças de adesão de 17 a 20 MPa para providenciar resistência suficiente capaz produzir uma margem sem fendas (Davidson *et al.*, 1994).

A quantidade de contração de polimerização encontra-se diretamente relacionada com o fator de configuração da cavidade (fator C) e com propriedades intrínsecas e extrínsecas da resina composta, como a composição e o grau de polimerização (Dietschi *et al.*, 1995).

#### 3.1.1.1. Configuração da cavidade

A configuração da cavidade é um fator de grande influência na contração de polimerização. Segundo Feilzer *et al.* (1987), o fator de configuração ou fator C é definido como a proporção entre as paredes aderidas e não aderidas da restauração. Desta forma, a tensão residual de polimerização aumenta diretamente com esta relação (Feilzer *et al.*, 1987).

Uma das formas de diminuir a contração de polimerização é através da aplicação da resina em camadas, pela técnica incremental. A aplicação de pequenos incrementos reduz a área de superfície aderida e aumenta a área de superfície livre, diminuindo o fator-C e aliviando a tensão provocada pela contração (Reis, 2001).

### 3.1.1.2. Composição da resina composta

Na tentativa de reduzir a contração de polimerização dos compósitos, os fabricantes aumentaram o peso molecular das moléculas do monómero e a percentagem de partículas de carga. Esta medida diminui o número de moléculas do monómero por volume de compósito, logo, o número de ligações covalentes por estabelecer (Anusavice & Philips, 2003).

Todavia, a presença de partículas vai influenciar não só a contração de polimerização da resina composta, mas também o comportamento viscoelástico ou módulo de elasticidade (Calheiros *et al.*, 2004). Compósitos com elevado conteúdo de partículas de carga apresentam menor contração de polimerização. Em contrapartida, a presença de partículas de carga inorgânicas aumenta a rigidez, o que promove um aumento de tensões devido à diminuição da capacidade de escoamento do material (Sadek *et al.*, 2005).

### 3.1.1.3. Grau de conversão

Clinicamente é desejável o maior grau de conversão possível de forma a otimizar as propriedades físicas do compósito, tais como solubilidade, estabilidade dimensional, estabilidade cromática e biocompatibilidade (Ferracane *et al.*, 1985). No entanto, o grau de conversão influencia diretamente o módulo de elasticidade e a contração volumétrica (Lim *et al.*, 2002; Amussen & Peutzfeldt, 2003). Assim, os fatores que contribuem para um aumento do grau de conversão também conduzem a um aumento da contração de polimerização das resinas compostas (Braga & Ferracane, 2002).

Segundo alguns autores, o grau de conversão dos compósitos está dependente de parâmetros como o tempo de polimerização, a composição da matriz, a intensidade da luz fotopolimerizadora, a quantidade e tamanho das partículas, e a concentração de iniciador e inibidor (Eliades *et al.*, 1987; Turssi *et al.*, 2005; Ogunyinka *et al.*, 2007).

Destes, a densidade da energia emitida pela fonte de luz é o principal parâmetro controlado pelo clínico e corresponde ao produto da intensidade da luz (expressa em  $\text{mW}/\text{cm}^2$ ) pelo tempo de exposição (em segundos) (Braga & Ferracane, 2002).

Recentemente têm surgido no mercado aparelhos fotoativadores com capacidade para gerar radiação luminosa de elevada intensidade que visam diminuir o tempo clínico (Calheiros *et al.*, 2007). Porém, o aumento da velocidade da reação de polimerização encurta a primeira fase de polimerização e diminui a capacidade de escoamento do compósito, promovendo assim, uma maior contração de polimerização (Versluis, 1998).

### 3.1.2. Coeficiente de expansão térmica

Todos os materiais expandem e contraem quando submetidos a aumento e diminuição de temperatura, respetivamente. O modo como sofrem estas alterações dimensionais é específico de cada material e é quantificado pelo coeficiente de expansão térmica (Powers & Sakaguchi, 2006).

Por definição, o coeficiente de expansão térmica é a alteração do comprimento, por unidade de comprimento de um material, quando a temperatura varia em um grau centígrado (Anusavice & Philips, 2003).

Tanto os materiais dentários como os dentes sofrem constantemente alterações de temperatura na cavidade oral que podem variar entre os  $4^{\circ}\text{C}$  e os  $65^{\circ}\text{C}$  (Tyas & Burrow, 2002). Assim, se estes não apresentarem um coeficiente de expansão térmica semelhante irão expandir e contrair de forma diferente, o que originará o desenvolvimento de tensões, responsáveis pelo aparecimento de fendas (Bullard *et al.*, 1988).

Quando as alterações dimensionais ocorrem de forma repetida pode desencadear-se um mecanismo de bomba hidráulica, criando um efeito de sucção dos fluidos orais para o interior da fenda marginal (Arhun *et al.*, 2006).

### 3.1.3. Biodegradação das resinas

A resistência aos mecanismos de biodegradação é uma das propriedades mais importantes dos materiais utilizados na cavidade oral (Oliveira *et al.*, 2010).

A hidrólise das resinas em meio húmido tem sido apontada como o mecanismo de degradação mais relevante (Breschi *et al.*, 2008).

A penetração de água na massa do compósito é responsável pela degradação química do polímero, o que resulta na quebra de cadeias poliméricas e na deterioração das propriedades mecânicas do compósito, promovendo a microinfiltração (Oliveira *et al.*, 2010).

Nos sistemas adesivos as diferenças na hidrofília e no conteúdo de água influenciam diretamente a durabilidade da interface (De Munck *et al.*, 2005). Deste modo, sistemas adesivos que incorporem monómeros hidrofílicos, tais como os sistemas simplificados E&R de dois passos e os E&D de um passo, apresentam uma maior apetência para atrair e captar água, reduzindo drasticamente a longevidade da restauração (De Munck *et al.*, 2005; Breschi *et al.*, 2008). Estes adesivos tornam-se membranas semipermeáveis e degradam-se mais rapidamente que os adesivos que apresentam um passo de aplicação de resina hidrofóbica, como os adesivos E&R três passos e E&D dois passos. A aplicação da camada de resina hidrofóbica permite a neutralização desta membrana (De Munck *et al.*, 2005; Breschi *et al.*, 2008).

Relativamente à adesão ao substrato dentário, o sistema adesivo E&R demonstra ser o mais eficiente e estável na adesão ao esmalte (Pneumans *et al.*, 2005). Contudo, os resultados na dentina não são unânimes (Caleiros *et al.*, 2007). Alguns autores apontam a sensibilidade técnica como um dos principais obstáculos (Oliveira *et al.*, 2010). Os adesivos E&R apresentam maior sensibilidade comparativamente aos E&D. Esta divergência deve-se às variações introduzidas pelo operador nas etapas de condicionamento ácido, lavagem e secagem após o condicionamento, ou na aplicação e evaporação do solvente e *primer* (Pashley, 1997; Carvalho, 2004).

Na tentativa de avaliar o comprometimento da interface dentina-resina a longo prazo, vários estudos laboratoriais têm sido realizados. Os resultados mostram que a força de adesão tende a diminuir com o tempo (Carvalho, 2004).

### 3.2. Métodos de avaliação da microinfiltração

Muitas técnicas foram propostas para testar a capacidade de selamento das restaurações tanto *in vivo* como *in vitro* (Nunes *et al.*, 2005). Estudos *in vitro* incluem o uso de corantes, marcadores químicos, isótopos radioativos, pressão de ar, bactérias, análise de atividade de neutrões, microscopia eletrónica de varrimento (SEM), técnicas de cáries artificiais e condutividade elétrica (Shortall, 1982; Alani & Toh, 1997).

O uso de corantes orgânicos como marcadores é uma das metodologias mais antigas e populares de detecção da microinfiltração, que se caracteriza pela facilidade de uso, interpretação e segurança dos resultados (Going, 1972).

Este método permite a produção de secções longitudinais que mostram a penetração do corante tanto na estrutura dentária quanto nas restaurações, sem necessidade de utilizar reações químicas ou envolver processos radioativos (Shortall, 1982).

A literatura mostra grandes variações, tanto na escolha do corante como na sua concentração e tempo de imersão dos espécimes. Covre relata que os indicadores devem obedecer a duas condições: as formas associada ou ionizada, quando constituintes de uma solução, devem apresentar cores diferentes e a mudança de coloração deve ser rápida (Covre, 2001).

Entre as várias soluções marcadoras, o azul de metileno a 2% é o mais utilizado em estudos de microinfiltração (Diep *et al.*, 1982; Cruz *et al.*, 2002; Tewari & Tewari, 2002; Zmener *et al.*, 2004). A sua escolha prende-se com o facto de ser o marcador mais sensível e de apresentar baixo peso molecular e boa capacidade de penetração (Crim & Garcia-Godoy, 1987; Matloff *et al.*, 1982).

O azul de metileno possui partículas com aproximadamente 2 µm de diâmetro de natureza ácida (pH de 3,45) (Youngson, 1998). Porém, o baixo pH pode alterar a dentina durante o período experimental, facilitando a criação de poros e conduzindo a resultados não confiáveis. Por este motivo procede-se ao tamponamento da solução com iões fosfato, o que permite o aumento do pH para valores neutros (pH 6,96) (Youngson *et al.*, 1998).

## OBJETIVO

---

Este trabalho tem como objetivo a realização de um estudo experimental *in vitro*, para avaliar a influência da utilização de sistemas adesivos distintos na microinfiltração marginal de restaurações classe V.

A hipótese nula testada é: a microinfiltração marginal não é influenciada pelo tipo de sistema adesivo.



# MATERIAIS E MÉTODOS

## 1. Materiais

| MATERIAL             | FABRICANTE            | COMPOSIÇÃO  | LOTE E VALIDADE  |
|----------------------|-----------------------|---|--|
| Kerr Gel Etchant™    | Kerr, Orange, CA, USA | Ácido fosfórico 37,5%, água, sílica e corante   | Lote: 3585713<br>Validade: 2013/10   |
| OptiBond™ FL         | Kerr, Orange, CA, USA | <b>Primer:</b> HEMA, GPDM, PAMM, CQ, 29 vol% etanol, 23 vol% água<br><b>Adesivo:</b> Bis-GMA, GDMA, HEMA, TEG-DMA, UDMA, CQ*            | <b>Primer:</b><br>Lote: 3582263<br>Validade: 2012/12<br><b>Bond:</b><br>Lote: 3547403<br>Validade: 2012/04 |
| OptiBond™ SoloPlus   | Kerr, Orange, CA, USA | <b>Adesivo:</b> bis-GMA, HEMA, GDMA, GPDM, etanol, CQ, ODMAB, BHT*.   | Lote: 3599285<br>Validade: 2012/12   |
| OptiBond™ XTR        | Kerr, Orange, CA, USA | <b>Primer:</b> DPDM, água, etanol, acetona, CQ. [pH 2.4]<br><b>Adesivo:</b> HEMA, CQ, etanol*. [pH 3.3**]                               | Lote: 4452830<br>Validade: 2013/12   |
| OptiBond™ All-in-one | Kerr, Orange, CA, USA | GPDM, água, etanol, acetona, MEHQ, bis-GMA, HEMA, ODMAB, BHT, CQ. [pH 1.7]  | Lote: 3566348<br>Validade: 2012/07   |
| Herculite XRV™       | Kerr, Orange, CA, USA | bis-GMA, silicato de bário e alumínio, óxido de zinco, monómeros estéres de acrilatos não polimerizados, dióxido de titânio, pigmentos. | Lote: 3598838<br>Validade: 2014/01   |

Tabela 1 – Fabricante, composição, lote e validade dos sistemas adesivos e compósito usados.

Abreviaturas: bis-GMA – bisfenol A glicidildimetacrilato; BHT - 2,6-di-(tert-butil)-metilfenol; CQ -canforoquinona; GDMA - glicerol dimetacrilato; GPDM – glicerol fosfato dimetacrilato; HEMA - 2-hidroxietyl metacrilato; MEHQ - 4-metoxifenol; ODMAB: 2-(etilhexil)-4-(dimetilamino)benzoato; PAMM - ftálico ácido mono etilmetacrilato; TEG-DMA – tri(etileno glicol) dimetacrilato; UDMA – uretano dimetacrilato.

\*mistura de silicato de bário e alumínio com partículas de nano-sílica.

\*\*o pH aumenta para 6.5-7.0 após a aplicação e polimerização.

## 2. Protocolo experimental

### 2.1. Obtenção e preparação dos espécimes

Neste estudo, foram utilizados 15 dentes molares humanos sem lesões de cárie ou restaurações. Entre o momento da sua extração e a realização do teste de microinfiltração não decorreram mais de 6 meses, de acordo com as especificações técnicas da ISO/TS nº. 11405:2003)

Após a exodontia, os dentes foram armazenados numa solução de Cloramina T a 0,5% durante 8 dias. Posteriormente a esse período, os dentes foram limpos (de cálculo, tecidos moles e outros resíduos) e armazenados em água destilada a uma temperatura de 4°C por um período que não excedeu os 6 meses, até à sua utilização.

Foram preparadas cavidades classe V nas faces vestibular, distal, mesial e lingual/palatina de cada espécimen. Para a execução destas cavidades foi utilizada uma broca cilíndrica diamantada (Busch, Pfindt & Company, NJ, USA) montada em turbina, com refrigeração (Figura 1A). Os acabamentos das cavidades foram realizados com uma broca cilíndrica de tungsténio (Busch, Pfindt & Company, NJ, USA) montada em contrângulo com refrigeração, a 4000 rpm.

As dimensões *standart* das cavidades foram de 3mm de comprimento, 2 mm de largura e 2 mm de profundidade, com a parede cervical 1 mm para apical da junção amelo-cementária, permitindo assim margens em esmalte e em dentina.

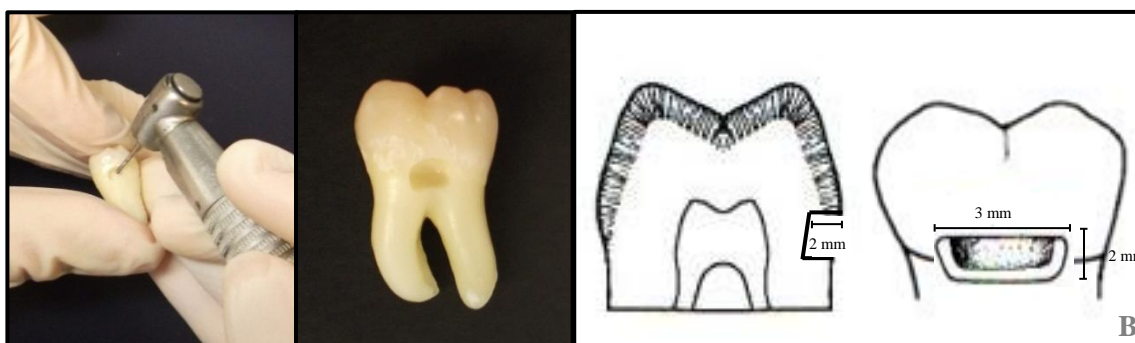


Fig 1 – Preparação das cavidades: (A) Execução das cavidades; (B) Localização e dimensões das cavidades (<http://www.forp.usp.br>).

Todas as faces dos dentes foram marcadas com verniz de cor diferente, seguindo um padrão de identificação cor - sistema adesivo. Às cavidades foram aplicados 4 sistemas adesivos distintos (n=10), e seguidamente foram restauradas com o mesmo compósito. Todos os adesivos foram aplicados segundo as recomendações do

fabricante. O OptiBond FL para além disso foi testado com alterações ao protocolo. Os grupos experimentais encontram-se indicados na tabela 2.

| Grupos               | Protocolo                              |
|----------------------|--|
| OptiBond FL MFR      | Instruções do fabricante               |
| OptiBond FL Detailed | Alterações às instruções do fabricante |
| OptiBond FL SoloPlus | Instruções do fabricante               |
| OptiBond XTR         | Instruções do fabricante               |
| OptiBond All-in-one  | Instruções do fabricante               |

Tabela 2 – Grupos experimentais.

Para a restauração das cavidades foi utilizada sempre a mesma resina composta: Herculite XRV (Kerr Corporation, California, US). O preenchimento das cavidades foi realizado com dois incrementos oblíquos na metade cervical e na metade oclusal. Cada incremento foi fotopolimerizado durante 20 segundos com o aparelho fotopolimerizador Ortholux™ XT nº de série 105944 (3M ESPE Dental Products, ST Paul, MN, USA), com uma intensidade de  $700 \text{ mW/cm}^2$  (segundo as instruções do fabricante). A intensidade foi controlada periodicamente com um radiómetro bluephase® meter nº de série 001390 (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein).

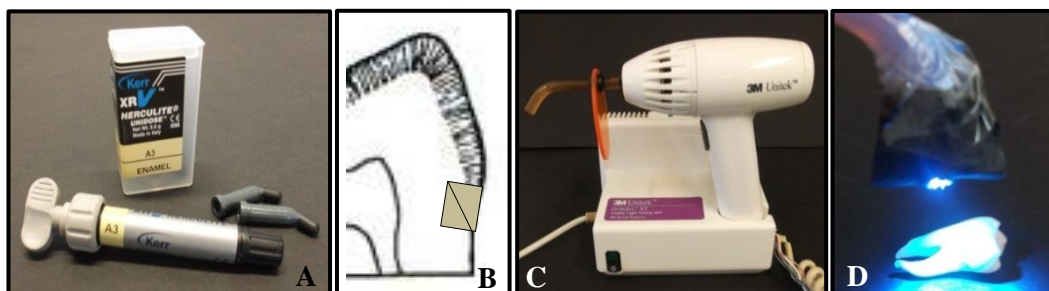


Fig 2 - Restauração das cavidades: (A) Compósito Herculite XRV (Kerr Corporation, California, US); (B) Corte esquemático da técnica incremental utilizada; (C) Aparelho fotopolimerizador Ortholux™; (D) Fotopolimerização do compósito (<http://www.forp.usp.br>).

Depois de restaurados, os dentes foram armazenados em frascos com água destilada e colocados numa estufa de incubação a uma temperatura de  $37^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, de acordo com as normas ISO.

## 2.2. Teste de microinfiltração

Antes de submeter os dentes ao teste de microinfiltração, procedeu-se ao seu isolamento. Os ápex foram selados com ionómero de vidro Vitremer<sup>TM</sup> (3M ESPE Dental Products, St Paul, MN, USA) e as restantes superfícies do dente foram cobertas com uma dupla camada de verniz, deixando exposta uma margem de 1 mm ao redor da restauração.

Após o isolamento, os espécimes foram imersos numa solução de azul de metileno a 2% durante 4 horas. A solução de azul de metileno foi previamente filtrada. Decorrido este período, foram lavados com água destilada e armazenados à temperatura e humidade ambiente.

## 2.3. Visualização ao microscópio

Para permitir a visualização ao microscópio, os dentes foram cortados perpendicularmente ao maior eixo do dente, 2 mm abaixo da junção amelo-cementária, para eliminar a raiz. As coroas foram coladas em bases de acrílico com uma cola de cianoacrilato (Loctite®) (Figura 3A). Seguidamente executaram-se 2 cortes segundo o maior eixo do dente, de forma a obter 2 superfícies para análise do grau de microinfiltração, por cada restauração.

Todos os cortes foram realizados com uma máquina de corte de precisão modelo Isomet 1000 (Buehler, Illinois, USA) com um disco diamantado de 0,3 mm de espessura a baixa rotação e sob refrigeração com água (Figura 3B).

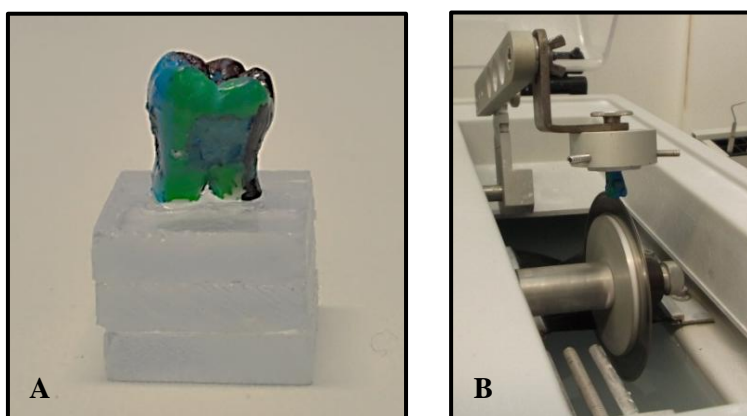


Fig 3 – (A) Coroa colada em base de acrílico; (B) Secção das restaurações com máquina de corte.

Cada superfície foi observada ao estereomicroscópio Meiji Techno EMZ-8TR nº de série 411479 (Meiji Techno Co., Saitama, Japan) com uma ampliação de 20 vezes, e classificada quanto ao grau de infiltração nas margens da restauração segundo as normas ISO/TS nº. 11405:2003 (Figura 4).

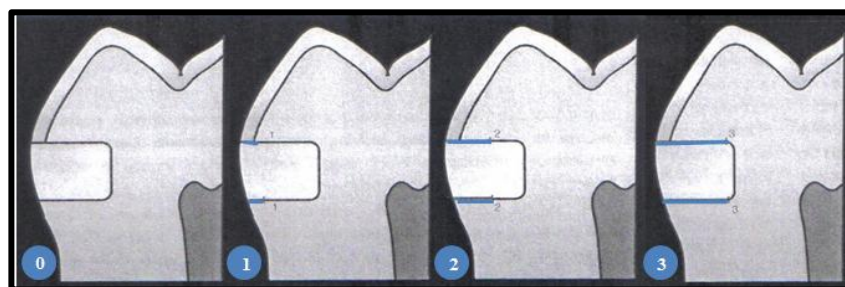


Fig 4 – Classificação do grau de microinfiltração, adaptado de Perdigão *et al.*, 2009

| Classificação | Margem em esmalte  | Margem em dentina  |
|---------------|--|--|
| <b>0</b>      | Sem infiltração  | Sem infiltração  |
| <b>1</b>      | Infiltração na parede oclusal até à junção amelo-dentinária            | Infiltração até metade da parede cervical, não incluindo parede axial              |
| <b>2</b>      | Infiltração na parede oclusal que ultrapassa a junção amelo-dentinária | Infiltração que ultrapassa metade da parede cervical, não incluindo a parede axial |
| <b>3</b>      | Infiltração nas paredes oclusal e axial                                | Infiltração nas paredes cervical e axial   |

Tabela 3 – Sistema de classificação do grau de microinfiltração, adaptado de especificações técnicas da ISO/TS nº. 11405:2003.

## 2.4 Análise estatística

A análise estatística foi realizada através do programa de software SPSS Statistics 19.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago, IL, USA).

Para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os 5 grupos analisados, foi utilizado o teste ANOVA para um grau de confiança de 95%.

A comparação entre os valores de microinfiltração dos diferentes grupos foi efetuada usando o teste de Scheffe, para verificar onde se encontram as diferenças estatisticamente significante.

## RESULTADOS

### 1. Estatística descritiva

A distribuição do grau de microinfiltração marginal em esmalte de acordo com o grupo experimental, encontra-se representada na tabela 3 e no gráfico 1. Na tabela estão apresentados o número de margens infiltradas e a respetiva percentagem, de acordo com o grau de microinfiltração.

| Grupo                | Grau de microinfiltração |     |   |    |   |    |   |    |       |     |
|----------------------|--------------------------|-----|---|----|---|----|---|----|-------|-----|
|                      | 0                        |     | 1 |    | 2 |    | 3 |    | TOTAL |     |
|                      | N                        | %   | N | %  | N | %  | N | %  | N     | %   |
| OptiBond FL Detailed | 10                       | 100 | 0 | 0  | 0 | 0  | 0 | 0  | 10    | 100 |
| OptiBond FL MFR      | 6                        | 60  | 0 | 0  | 0 | 0  | 4 | 40 | 10    | 100 |
| OptiBond SoloPlus    | 5                        | 50  | 0 | 0  | 1 | 10 | 4 | 40 | 10    | 100 |
| OptiBond XTR         | 0                        | 0   | 5 | 50 | 2 | 20 | 3 | 30 | 10    | 100 |
| OptiBond All-in-One  | 0                        | 0   | 2 | 20 | 3 | 30 | 5 | 50 | 10    | 100 |

Tabela 4 – Distribuição do grau de microinfiltração marginal em esmalte por grupo.

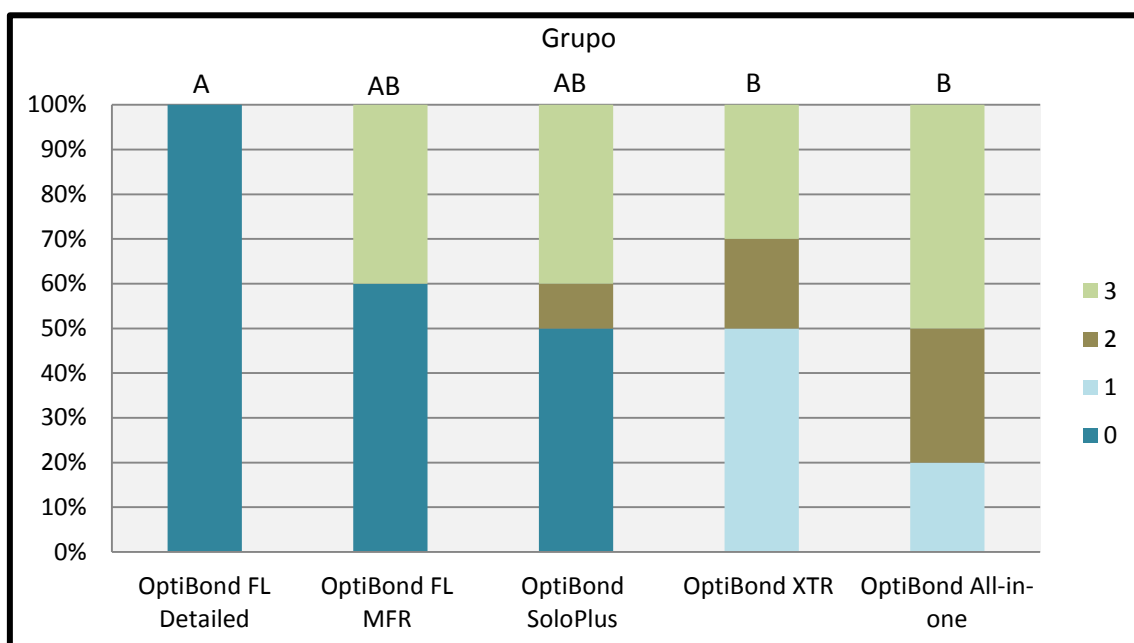


Gráfico 1- Distribuição do grau de microinfiltração marginal em esmalte por grupo experimental.

Grupos assinalados com letras diferentes são estatisticamente significantes para  $p < 0,05$ .

Após determinar a existência de diferenças estatisticamente significantes com o teste ANOVA para um grau de confiança de 95%, foi utilizado o teste de Scheffé para verificar entre que pares de grupos existiam estas diferenças estatisticamente significantes (Tabela 4).

| Grupo                | OptiBond FL Detailed | OptiBond FL MFR | OptiBond SoloPlus | OptiBond XTR | OptiBond All-in-One |
|----------------------|----------------------|-----------------|-------------------|--------------|---------------------|
| OptiBond FL Detailed |                      | 0,200           | 0,072             | 0,007 A      | 0,000 A             |
| OptiBond FL MFR      |                      |                 | 1,000             | 1,000        | 0,322               |
| OptiBond SoloPlus    |                      |                 |                   | 1,000        | 0,772               |
| OptiBond XTR         |                      |                 |                   |              | 1,000               |
| OptiBond All-in-One  |                      |                 |                   |              |                     |

Tabela 5 – Teste post-hoc de Scheffé para a microinfiltração marginal em esmalte. Os valores apresentados são os valores de p-value. Os p-values com a letra A são estatisticamente diferentes para  $p < 0,05$ .

Após observação dos valores de p-value, verificou-se que só existiram diferenças estatisticamente significativas na distribuição do grau de microinfiltração em esmalte entre o grupo OptiBond FL e os grupos OptiBond XTR e OptiBond All-in-One, que por sua vez são estatisticamente semelhantes entre si (Gráfico 1).

Por ordem decrescente, o grupo OptiBond FL Detailed apresentou o melhor selamento da margem em esmalte, seguido dos grupos OptiBond FL MFR e OptiBond SoloPlus. Os grupos OptiBond XTR e OptiBond All-in-One mostraram os piores resultados de microinfiltração.

A distribuição do grau de microinfiltração marginal em dentina de acordo com o grupo experimental, encontra-se representada na tabela 5 e no gráfico 2.

| Grupo                | Grau de microinfiltração |    |   |    |   |    |   |    |       |     |
|----------------------|--------------------------|----|---|----|---|----|---|----|-------|-----|
|                      | 0                        |    | 1 |    | 2 |    | 3 |    | TOTAL |     |
|                      | N                        | %  | N | %  | N | %  | N | %  | N     | %   |
| OptiBond FL Detailed | 6                        | 60 | 1 | 10 | 3 | 30 | 0 | 0  | 10    | 100 |
| OptiBond FL MFR      | 1                        | 10 | 0 | 0  | 1 | 10 | 8 | 80 | 10    | 100 |
| OptiBond SoloPlus    | 0                        | 0  | 0 | 0  | 1 | 10 | 9 | 90 | 10    | 100 |
| OptiBond XTR         | 0                        | 0  | 0 | 0  | 3 | 30 | 7 | 70 | 10    | 100 |
| OptiBond All-in-One  | 1                        | 10 | 0 | 0  | 2 | 20 | 7 | 70 | 10    | 100 |

Tabela 6 – Distribuição do grau de microinfiltração marginal em dentina por grupo.

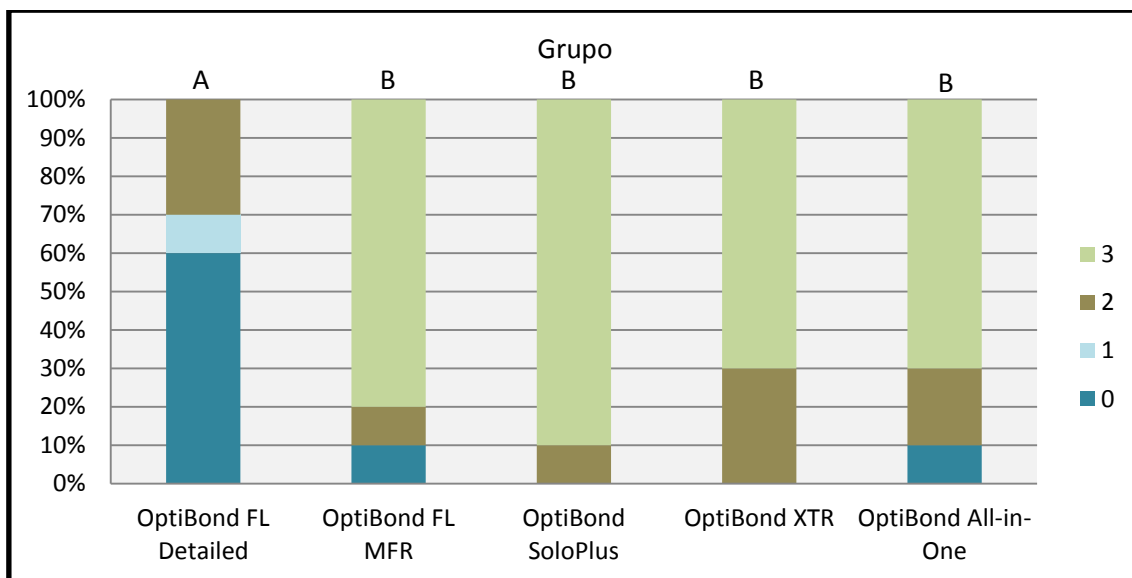


Gráfico 2- Distribuição do grau de microinfiltração marginal em dentina por grupo experimental.

Grupos assinalados com letras diferentes são estatisticamente significantes para  $p < 0,05$ .

| Grupo                | OptiBond FL Detailed | OptiBond FL MFR | OptiBond SoloPlus | OptiBond XTR | OptiBond All-in-One |
|----------------------|----------------------|-----------------|-------------------|--------------|---------------------|
| OptiBond FL Detailed |                      | 0,000 A         | 0,000 A           | 0,000 A      | 0,000 A             |
| OptiBond FL MFR      |                      |                 | 1,000             | 1,000        | 1,000               |
| OptiBond SoloPlus    |                      |                 |                   | 1,000        | 1,000               |
| OptiBond XTR         |                      |                 |                   |              | 1,000               |
| OptiBond All-in-One  |                      |                 |                   |              |                     |

Tabela 7 – Teste post-hoc de Scheffé para a microinfiltração marginal em dentina. Os valores apresentados são os valores de p-value. Os p-values com a letra A são estatisticamente diferentes para  $p < 0,05$ .

De acordo com o teste post-hoc de Scheffé, foram identificadas diferenças estatisticamente significativas na distribuição do grau de microinfiltração nas margens em dentina entre o grupo OptiBond FL e os restantes grupos.

Por ordem decrescente, o grupo OptiBond FL Detailed apresentou o melhor selamento da margem em dentina, seguido dos grupos OptiBond SoloPlus, OptiBond FL MFR, OptiBond XTR e por último, OptiBond All-in-One



## DISCUSSÃO

---

A evolução dos sistemas adesivos tem ocorrido de forma muito rápida. Todos os dias surgem novos adesivos no mercado, o que tem impulsionado a realização de inúmeras pesquisas *in vitro*, levadas a cabo com o objetivo de avaliar as suas propriedades e realizar uma suposta previsão da performance clínica (Webber & Fontes, 2000).

A principal propriedade a ditar o sucesso ou insucesso de uma restauração a compósito é a integridade marginal. A incapacidade de um material restaurador promover um correto selamento com a estrutura dentária leva à formação de uma fenda na margem que, conseqüentemente, favorece a coloração marginal, a sensibilidade pós-operatória e danos pulpare (Ferracane, 2000; Van Meerbeek, 2003).

No presente trabalho foi avaliada a influência de 4 sistemas adesivos distintos na microinfiltração marginal de restaurações classe V. Após o trabalho experimental e análise estatística dos dados foi possível rejeitar a hipótese nula e afirmar que o tipo de sistema adesivo influencia a microinfiltração marginal.

O método de avaliação da microinfiltração escolhido teve como base a literatura consultada e as normas ISO 2003. Assim, optou-se pelo teste de penetração com corante azul de metileno a 2% por ser um método simples, rápido e o mais documentado (Veronezi *et al.*, 2002). Para além das vantagens evidentes, um dos fatores de escolha deste procedimento foi a existência do equipamento necessário para a sua realização no laboratório de biomateriais da faculdade.

Apesar de se tratar de um estudo *in vitro*, procurou-se reproduzir o mais possível a aplicação clínica do material. Um exemplo destas condições é o armazenamento em água durante 24h a 37°C, de modo a simular o ambiente intraoral (Walker *et al.*, 2006). Contudo os autores não são unânimes, não havendo, desta forma, uma metodologia padronizada e totalmente definida em relação às condições de armazenamento (Went *et al.*, 1992; Alani & Toh, 1997).

Para a restauração das cavidades classe V foram utilizados 4 sistemas adesivos distintos: o OptiBond FL (E&R 3 passos), o OptiBond SoloPlus (E&R 2 passos), o OptiBond XTR (E&D 2 passos) e o OptiBond All-in-One (E&D 1 passo). Estes foram selecionados uma vez que se pretendia uma amostra que representasse os diferentes adesivos presentes no mercado.

Os resultados obtidos de microinfiltração foram melhores na margem da restauração em esmalte (cervical) comparativamente à margem em dentina (gingival) para todos os grupos. Estes resultados estão em conformidade com inúmeros estudos presentes na literatura (Amarl *et al.*, 2001; Alavi & Kianimanesh, 2002; Santini *et al.*, 2004; Koliniotou-Koumpia *et al.*, 2004). Talvez a principal razão seja a heterogeneidade da dentina face ao esmalte. Enquanto o esmalte é composto principalmente por cristais de hidroxiapatite e desidrata com muita facilidade, a dentina é penetrada por uma malha densa de canalículos, para além de apresentar características particulares como um grande volume de água, matéria orgânica e *smear layer* (Pashley *et al.*, 1997; Perdigão & Lopes, 2001). A natureza dinâmica da dentina como substrato é responsável pelas inconsistentes formas de adesão e pela microinfiltração marginal (Fuentes *et al.*, 2003).

Na margem em esmalte a distribuição do grau de microinfiltração marginal foi, por ordem decrescente: o OptiBond FL Detailed, seguido pelo OptiBond FL MFR, o OptiBond SoloPlus, e por fim, os grupos OptiBond XTR e OptiBond All-in-One, respetivamente.

Os piores resultados de microinfiltração marginal observados nas margens em esmalte quando aplicados sistemas adesivos E&D são suportados na literatura por estudos de Pradelle-Plasse *et al.* (2001), Alavi & Kianimanesh (2002), Gagliardo & Avelar (2002) e Koliniotou-Koumpia *et al.* (2004). Os sistemas E&D possuem na sua formulação monómeros acídicos, o que permite a dissolução dos cristais de hidroxiapatite do esmalte dentário (Swift, 2002). Todavia esta capacidade encontra-se diretamente relacionada com outro parâmetro, o pH da solução adesiva. Assim, quanto menor o pH, mais ácido o sistema adesivo e consequentemente, mais o padrão de desmineralização se irá assemelhar ao condicionamento ácido dos E&R (Van Meerbeek *et al.*, 2003). Neste caso particular, ambos os E&D estudados possuem um grau de acidez média (pH próximo de 2), o que poderá estar relacionado com uma incapacidade para desmineralizar o esmalte e promover uma retenção adequada das resinas compostas.

Os melhores resultados foram observados no grupo OptiBond FL Detailed, onde não se verificou qualquer infiltração do corante nas margens. Estes resultados vão ao encontro dos obtidos no estudo de Ermis *et al.* onde o adesivo OptiBond FL é descrito como o sistema “gold standart”, responsável pelos resultados mais fidedignos e estáveis a longo prazo, em particular no esmalte (Ermis *et al.*, 2011).

Nos sistemas E&R o passo de condicionamento ácido, prévio à aplicação dos monómeros de resina permite o desenvolvimento de uma superfície irregular e porosa, com elevada energia de superfície. Assim, quando *primer* e *bond* são aplicados, a resina adesiva penetra nas retenções criadas, originando *resin tags* (Pneumans *et al.*, 2005). Perante todos estes dados, torna-se difícil compreender o grau de microinfiltração no esmalte verificado no grupo OptiBond FL MFR. No entanto, estes resultados podem sugerir erros de manipulação durante o procedimento adesivo.

O elevado grau de microinfiltração verificado neste grupo foi observado não apenas nas margens em esmalte mas também em dentina, tendo sido ainda mais expressivo neste último substrato.

Na margem em dentina, o grupo OptiBond FL Detailed demonstrou ser estatisticamente diferente de todos os restantes grupos ( $p < 0.05$ ), tendo-se observado melhores resultados pela seguinte ordem: OptiBond FL Detailed, OptiBond Soloplus, OptiBond FL MFR e por fim, com pior selamento marginal apresentaram-se os grupos OptiBond XTR e OptiBond All-in-One.

O maior grau de microinfiltração marginal observado no grupo OptiBond FL MFR face ao OptiBond FL Detailed parece sugerir a introdução de erros quando as instruções do fabricante foram seguidas. Os adesivos E&R têm múltiplos passos críticos que quando não respeitados, podem levar ao comprometimento da interface dente-restauração. O mesmo pode suceder caso as instruções do fabricante não sejam explícitas ou apresentem lacunas.

Os principais problemas associados à manipulação incorreta destes sistemas adesivos prendem-se, essencialmente, com a secagem ou hidratação excessiva após o passo de lavagem do condicionamento ácido e a infiltração incompleta dos monómeros de resina na rede de fibras de colagénio desmineralizada (Feilzer *et al.*, 1984; Crim & García-Godoy, 1987; Eick *et al.*, 1997; Van Meerbeek *et al.*, 2003). Tendo isto em consideração, no grupo OptiBond FL Detailed as alterações realizadas ao protocolo do fabricante, tiveram como principal objetivo promover uma abordagem adesiva *wet-bonding*. Para isso, o passo de secagem com jato de ar durante 3 segundos foi alterado para secagem com spray ar-água durante 5 segundos, seguido da colocação de um pellet de algodão húmido na cavidade, de forma a manter uma superfície dentinária brilhante e hidratada.

O tempo de aplicação do *primer*, como sugerido por alguns autores (Cavalheiro *et al.*, 2006) passou para o dobro do tempo da aplicação do ácido fosfórico, passou por isso, de 15 segundos para 30 segundos, de forma a maximizar a penetração dos monómeros de resina em toda a extensão da dentina desmineralizada e a formação de uma camada híbrida perfeitamente homogênea, sem áreas de fibrilhas de colagénio expostas (Pashley *et al.*, 2007; Hilgert, 2008).

Por fim, contrariamente às instruções da marca, não foi utilizado jato de ar após a aplicação da camada de *bond*, tendo-se removido os excessos de *bond* com o mesmo aplicador utilizado para a colocação do adesivo na cavidade. Segundo a literatura, a utilização de jato de ar antes da fotopolimerização, resulta na incorporação de oxigénio, o que pode comprometer a sua polimerização e, consequentemente a adesão. Adicionalmente, o jato de ar espalha o adesivo, assim, a espessura da camada adesiva não será uniforme, havendo acumulação de material nos ângulos internos da preparação e extravasamento de adesivo para além dos limites da cavidade (Carvalho *et al.*, 2004).

Desta forma é possível especular, que o principal motivo para os fracos resultados de selamento marginal obtidos no OptiBond FL MFR prendem-se com a existência de algumas lacunas nas instruções fornecidas pela marca.

Outro ponto importante, diz respeito à variabilidade técnica dos operadores. Segundo Miyazaki *et al.* e Giachetti *et al.*, a sensibilidade dos sistemas adesivos é significativamente influenciada pelas capacidades técnicas dos operadores (Miyazaki *et al.*, 2000; Giachetti *et al.*, 2008). Num estudo que pretendeu comparar a performance adesiva dos sistemas E&R e E&D quando aplicados por estudantes e por clínicos experientes, verificou-se que os adesivos E&R são particularmente sensíveis ao operador, tendo revelado forças adesivas aceitáveis apenas quando manipulados por profissionais mais experientes. O mesmo não se verificou nos E&D onde os valores de adesão foram uniformes para ambos os grupos (Giachetti *et al.*, 2008).

Portanto, também pode ser sugerido que a inexperiência do operador, acoplada ao facto do grupo OptiBond FL MFR ter sido o primeiro grupo experimental a ser restaurado, podem também contribuir para estes resultados.

Os melhores resultados do OptiBond FL Detailed (E&R 3 passos) comparativamente ao OptiBond SoloPlus (E&R 2 passos) vão ao encontro dos resultados obtidos noutros estudos (Van Meerbeek *et al.*, 1999). Esta divergência pode dever-se ao fato da aplicação separada do *primer* e do *adesivo* ser mais favorável para

conseguir uma boa hibridização. Van Meerbeek *et al.* (1999) sugeriram que a combinação de *primer-bond* numa única aplicação pode reduzir a efetividade da adesão, desde que descobriram que o Optibond FL infiltra as fibras de colagénio mais completamente que o OptiBond Solo. Estes dados, também podem explicar a menor suscetibilidade dos E&R 3 passos para sofrer degradação com água face aos E&R 2 passos (Cavalheiro *et al.*, 2006).

Por outro lado, os sistemas de 2 passos, simplificados, apresentam maior sensibilidade técnica. A combinação do solvente com o *primer* e os monómeros adesivos cria dificuldade de equilíbrio entre a completa remoção do solvente enquanto ocorre a infiltração na rede de colagénio com monómeros e deixar uma adequada espessura de adesivo de resina (Van Meerbeek, 2001). Ademais, a camada adesiva formada pelos E&R 3 passos é mais espessa e mais impermeável à água que a fina e mais hidrofília camada adesiva criada pelo E&R 2 passos (Tay *et al.*, 2002).

Os piores resultados de microinfiltração nas margens em dentina constatados nos grupos OptiBond XTR (E&D 2 passos) e OptiBond All-in-One (E&D 1 passo) encontram-se de acordo com trabalhos publicados (Perdigão *et al.*, 1997). Os adesivos E&D são muitas vezes apelativos por serem mais simples e rápidos de utilizar, e com uma técnica menos sensível. O facto de não necessitarem de condicionamento ácido torna-os independentes dos requisitos da técnica *wet-bonding*. Para além disso, a infiltração dos monómeros de resina ocorre simultaneamente com o processo de desmineralização parcial, ao contrário dos E&R, o que evita discrepâncias entre as duas fases (Van Meerbeek *et al.*, 2001). Porém, a literatura encontra-se repleta de estudos que demonstram baixos valores de adesão para estes sistemas, bem como difícil previsibilidade, o que em grande parte se deve à natureza hidrofílica dos seus monómeros acídicos e à quantidade de água necessária para a ionização desses monómeros (Sensi *et al.*, 2005; Perdigão, 2007).

Investigações mais recentes, levantaram ainda outra questão muito interessante face aos sistemas adesivos simplificados E&R 2 passos e E&D 1 passos: estes funcionam como membranas semipermeáveis. Assim, são mais suscetíveis à sorção de água e, conseqüentemente, degradam-se mais rapidamente que os adesivos que apresentam o passo de aplicação da resina hidrofóbica, que neutraliza a movimentação de água (de Muck *et al.*, 2005; Breschi *et al.*, 2008).

Por fim, é necessário ressaltar limitações do presente estudo, como o número limitado de espécimes ( $n=10$ ), o que se traduz numa amostra pouco expressiva de cada grupo. Outra limitação prende-se com o teste de penetração de corante utilizado para determinar o grau de microinfiltração. Este método apenas permite uma avaliação qualitativa e, por ser um método puramente visual e subjetivo, não é preciso na medição da quantidade de corante que penetrou na interface dente/restauração, baseando-se numa escala empírica para esse cálculo. Já para não referir que depende muito da acuidade visual dos examinadores. Desta forma, alguns autores consideram que só devem ser utilizados testes quantitativos, pois são os únicos que medem a quantidade de corante infiltrado (Veranezi *et al.*, 2002).

Outra limitação, e que pode dificultar a comparação com a restante literatura, diz respeito aos diferentes procedimentos técnicos adotados pelos investigadores e à falta de normalização dos métodos utilizados (Nunes *et al.*, 2005). Além disso, existem também diferenças não só de teste para teste, como de laboratório para laboratório.

É ainda importante referir que a natureza *in vitro* deste estudo não permite extrapolar diretamente os resultados para uma situação *in vivo*. Os testes laboratoriais estão longe de ser os ideais para estudar o que ocorre na cavidade oral, no entanto, as investigações laboratoriais têm mostrado ser um meio fidedigno para a previsão do comportamento dos materiais dentários (Van Meerbeek *et al.*, 2003).

No futuro, seria interessante analisar o comportamento destes materiais por um período mais alargado de tempo e recorrer a mais do que um método de avaliação da microinfiltração, de preferência quantitativos. Não obstante, poderiam ainda ser realizados estudos *in vivo*, com o intuito de obter resultados mais próximos da realidade.

## CONCLUSÃO

---

Da análise dos resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que a microinfiltração foi significativamente influenciada pelo sistema adesivo utilizado. O adesivo OptiBond FL demonstrou os melhores resultados de selamento marginal, tanto em esmalte como em dentina, sobretudo quando introduzidas alterações ao protocolo recomendado pelo fabricante.

No extremo oposto, com os piores resultados de microinfiltração, ficaram, equiparadamente, os sistemas adesivos OptiBond XTR e OptiBond All-in-One.

Os diferentes graus de infiltração observados nas margens cervical e oclusal sugerem que a microinfiltração não é só influenciada pelo adesivo utilizado, como também pela localização da margem da restauração. O substrato dentinário deteve maior grau de microinfiltração.

Estes resultados propõem que, apesar do contínuo aperfeiçoamento das formulações adesivas e da introdução de novos sistemas adesivos no mercado, a qualidade do selamento da interface dente-restauração é ainda insatisfatória. É por isso necessária, não só uma melhor compreensão dos mecanismos que causam a microinfiltração, como dos meios para a sua prevenção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Akinmade AO, Nicholson JW (1993). Glass-ionomer cements as adhesives: Part I. Fundamental aspects and their clinical relevance. *J Mater Sci Med* 4:95-101.
- Alani AH, Toh CG (1997). Detection of microleakage around dental restorations: a review. *Oper Dent* 22 (4):173-185.
- Anasuvic KJ, Phillips RWS (2003). Phillips' Science of Dental Materials. 11<sup>th</sup> ed. St. Louis, Mo.; Great Britain, Saunders.
- Arhun N, Arman A, Cehreli SB, Arikan S, Karabulut E, Gülşahi K. (2006). Microleakage beneath ceramic and metal brackets bonded with a conventional and an antibacterial adhesive system. *Angle Orthod* 76(6):1028-34.
- Asmussen E, Munksgaard E (1988). Bonding of restorative materials to dentine: status of dentine adhesives and impact on cavity design and filling techniques. *Int Dent* 38: 97-104.
- Asmussen E, Peutzfeldt A (2003). Light-emitting diode curing: Influence on selected properties of resin composites. *Quintessence Int* 34(1).
- Barber D, Lyell J, Massler M (1964). Effectiveness of copal resin varnish under amalgam restorations. *J Prost Dent* 4:533-6.
- Barkmeier W, Cooley R (1992). Laboratory evaluation of adhesive systems. *Oper Dent* 5 Suppl:50-61.
- Barkmeier WW, Gwinnett AJ, Shaffer SE (1985). Effects of enamel etching on bond strength and morphology. *J Clin Orihod* 19:36-38.
- Barkmeier WW, Shaffer SE, Gwinnett AJ (1986). Effects of 15 vs 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphotogy. *Oper Denl* 11:111-116.
- Black GV (1937). Operative Dentistry, v.2. 7 ed. *Ed. Medio Dental Publishing Co*, Chicago, pp.207.
- Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C, Meyer JM (2001). Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. *J Dent* 29(1):55-61.
- Bowen RL, Eick JD, Henderson DA, Anderson SW (1984). Smear layer: removal and bonding considerations. *Oper Dent* (Suppl 3):30-34.
- Brackett WW, Haisch LD, Pearce MG, Brackett MG (2004). Microleakage of Class V resin composite restorations placed with self-etching adhesives. *J Prosthet Dent* 91(1): 42-45.
- Braga RR, Ferracane (2002). Contraction stress related to degree of conversion and reaction kinetics. *J Dent Res* 81(2):114-118.
- Brännstrom M (1982). Dentin and pulp in restorative dentistry. London. Wolfe Medical.
- Brännstrom M (1984). Smear layer: pathological and treatment considerations. *Oper Dent* 3:35-42.



- Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E (2008). Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater* 24(1): 90-101.
- Browne RM, Tobias RS (1986). Microbial microleakage and pulpal inflammation: a review. *Endod Dent Traumatol* 2(5): 177-183.
- Bullard RH, Leinfelder KF, Russell CM (1988). Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. *J Am Dent Assoc* 116(7): 871-874.
- Buonocore MG (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 34:849-853.
- Buonocore M, Wileman W, Brudevold F (1956). A report on resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. *J Dent Res* 35:846-851.
- Calheiros FC, Sadek FT, Boaro LCC, Braga RR (2007). Polymerization stress related to radiant exposure and its effect on microleakage of composite restorations. *J Dent* 35:946-952.
- Calheiros FC, Sadek FT, Braga RR, Cardoso PE (2004). Polymerization contraction stress of low-shrinkage composites and its correlation with microleakage in class V restorations. *J Dent* 32(5): 407-412.
- Carvalho RM (2004). Sistemas Adesivos: fundamentos para aplicação clínica. *Biodonto* 28(1):1-86.
- Carvalho RM, Fernandes CA, Villanueva R, Wang L, Pashley DH (2001). Tensile strength of human dentin as a function of tubule orientation and density. *J Adhes Dent* 4:309-314.
- Carvalho RM, Mendonça JS, Santiago SL, Silveira RR, Garcia FC, Tay FR, *et al.* (2003). Effects of HEMA /solvent combinations on bond strength to dentin. *J Dent Res* 82: 597-601.
- Cavalleiro A, Vargas MA, Armstrong SR, Dawson DV, Gratton DG (2006). Effect of incorrect primer application on dentin permeability. *J Adhes Dent* 8:393-400.
- Coelho A, Canta JP, Martins JNR, Oliveira SA, Marques P (2012). Perspetiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários – revisão da literatura. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac* 53(1):39-46.
- Covre GJ (2001). Química total. São Paulo. *FTD* 663p.
- Cox CF, Felton D, Bergenholtz G (1988). Histopathological response of infected cavities treated with Gluma and Scotchbond dentin bonding agents. *Amer J dent* 1:189-94.
- Crim GA, Mattingly SL (1981). Evaluation of two methods for assessing marginal leakage. *J Prosth Dent* 45(2): 160-163.
- Crim GA, Garcia-Godoy F (1987). Microleakage: the effect of storage and cycling duration. *J Prosthet Dent* 57(5):574-576.
- Crim GA, Shay JS (1987). Effect of etchant lime on microleakage. *J Dent Child* 54:339-34.
- Cruz EV, Shigetani Y, Ishikawa K, Kota K, Iwaku M, Goodis HE (2002). A laboratory study of coronal microleakage using four temporary restorative materials. *Int Endod. J* 35:315-20.

- Dal-Bianco K, Pellizzaro A, Patzlaft R, Bauer JRO, Loguercio AD, Reis A (2006). Effects of moisture degree and rubbing action on the immediate resin-dentin bond strength. *Dent Mater* 22:1150-1156.
- De Munck J, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B (2005). Durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 84:118-132.
- Diep EK, Berbert A, Bramante CM (1982). Infiltração marginal em restaurações provisórias. *Rev Bras Odontol* 39(5):9-15.
- Eick JD (1992). Smear layer-materials surface. *Proceedings of the Finnish Dental Society* 88:225-242.
- Eick JD, Cobb CM, Chapell RP, Spencer P, Robinson SJ (1991). The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part I. *Quint Int* 22:967-977.
- Eick JD, Robinson SJ, Byerley TJ, Chappelow CC (1993). Adhesives and nonshrinking dental resins of the future. *Quint. Int* 24(9):632- 640.
- Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE (1970). Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res* 49:1359-1368.
- Eliades GC, Caputo AA, Vougiouklakis GJ (1985). Composition, wetting properties and bond strength with dentin of 6 new dentin adhesives. *Dent Mater* 1:170-176.
- Eliades GC, Vougiouklakis GJ, Caputo AA (1987). Degree of double bond conversion in light-cured composites. *Dent Mater* 3(1):19-25.
- Erickson RL (1992). Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper Dent* (Suppl 5):81-94.
- Ernst CP (2004). Positioning self-etching adhesives: versus or in addition to phosphoric acid etching? *J Esthet Restor Dent* 16:57-69.
- Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL (1993). Setting stresses in composites for two diferente curing modes. *Dent Mater* 9(1):2-5.
- Ferracane JL (1985). Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dent Mater* 1(1):11-4.
- Ferrari M, Tay FR (2003). Technique sensitivity in bonding to vital, acid-etched dentin. *Oper Dent* 28:3-8.
- Frankenberger R, Kramer N, Petschelt A (2000). Technique sensitivity of dentin bonding: effect of application mistakes on bond strength and marginal adaptation. *Oper Dent* 25:324-330.
- Fuentes V, Toledano M, Osorio R, Carvalho RM (2003). Microhardness of superficial and deep sound human dentin. *J Biomed Mater Res* 66A: 850-853.
- Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M (1979). Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res* 21:1364-1370.
- Garberoglio R, Brännström M (1976). Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Arch Oral Biol* 21(6):355-62

- Ghassemieh E (2008). Evaluation of sources of uncertainties in microtensile bond strength of dental adhesive system for different specimen geometries. *Dent Mater* 24:536-547.
- Giachetti L, Russo DS, Bambi C, Nieri M, Bertini F (2008). Influence of operator skill on microleakage of total-etch and self-etch bonding systems. *J Dent* 36:49-53.
- Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bertini F, Pierleoni F, Nieri M (2007). Effect of operator skill in relation to microleakage of total-etch and self-etch bonding systems. *J Dent* 35:129-38.
- Giannini M, Soares CJ, Carvalho RM (2004). Ultimate tensile strength of tooth structures. *Dent Mater* 20:322-329.
- Going RE (1972). Microleakage around dental restorations: a summarizing review. *J Am Dent Assoc* 84(6): 1349-1357.
- Going RE, Massler M (1961). Influence of cavity liners under amalgam restorations on penetration by radioactive isotopes. *J Prosthet Dent* 11(2):298-312.
- Goldberg M, Six N, Decup F, Lasfargues JJ, Sallih E, Tompkins K (2003). Bioactive molecules and the future of pulp therapy. *Am J Dent* 16:66-76.
- Gottlieb EW, Retief DH, Jamison HC (1982). An optimal concentration of phosphoric acid as an etching agent. Part I. Tensile bond strength studies. *J Prosthet Dent* 4:48-51.
- Grieve AR, Alani A, Saunders WP (1991). The effects on the dental pulp of a composite resin and two dentin bonding agents and associated bacterial microleakage. *Int. Endod. J* 24(3):108-119.
- Gwinnett AJ (1971). Histologic changes in human enamel following treatment with acidic adhesive conditioning agents. *Arch Oral Biol* 16:731-738.
- Gwinnett AJ (1992). Structure and composition of enamel. *Oper Dent* suppl.5:10-7.
- Gwinnett AJ, Kanca J (1992). Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. *Am J Dent* 5:73-77.
- Gwinnett AJ, Matsui A (1967). A study of enamel adhesives, the physical relationship between enamel and adhesive. *Arch Oral Biol* 12:1615-1620.
- Gwinnett JA, Tay FR, Pang KM, Wei SH (1995). Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative interfaces. *J Prosthet Dent* 74(6): 575-585.
- Hiraishi N, Nishiyama N, Ikemura K, Yau JK, King NM, Tagami J (2005). Water concentration in self-etching primers affects their aggressiveness and bonding efficacy to dentin. *J Dent Res* 84:653-32.
- Hirata K. et al (1991). Dentinal fluid movement associated with loading of restorations. *J Dent Res* 70(6):975-978.
- International Standardization Organization (2003). Technical specification ISO/TS 11405. Dental materials – Testing of adhesion to tooth structure.
- Jacobsen T, Söderholm KJ (1995). Some effects of water on dentin bonding. *Dent Mater* 11:132-136.

- Jones SJ, Boyde A (1984). Ultrastructure of dentin and dentinogenesis. In *Dentin and Dentinogenesis*. A Linde CRC Press. Vol I:81-134
- Kanca J (1992). Resin bonding to wet substrate. 1. Bonding to dentin. *Quintessence Int* 23:39-41.
- Kidd EA (1976). Microleakage: e review. *J Dent* 4(5):199-206.
- Kugel G, Ferrari M (2000). The science of bonding: from first to sixth generation. *J Am Dent Assoc* 131:20S-5S.
- Kuttler Y (1959). Classification of dentine into primary, secondary and terciary. *Oral Surg* 12:996-1001
- Laxe LA, Brum SC, Oliveira RS, Goyatá FR (2007). Self-etching adhesive systems. *International Journal of Dentistry* 6(1):25-29.
- Lim BS, Ferracane JL, Condon JR, Adey JD (2002). Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. *Dental Materials* 18(1):1-11.
- Marshall GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M (1997). The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent* 25:441-458.
- Martins JL, Dotto SR, Travassos RMC, Cardoso TF (2007). Avaliação da microinfiltração marginal em esmalte com a utilização de dois sistemas adesivos. *Revista Dentística on line* 16: 114-119.
- Mjör IA (1985). Frequency of secondary caries at various anatomical locations. *Oper Dent* 10(4):88-92.
- Mjör IA, Fejerskov O (1990). Odontogênese. In: Embriologia e histologia oral humana. Mjör IA, Fejerskov O, editores. São Paulo: Panamericana, pp.31-49.
- Mosznér N, Salz U, Zimmermann J (2005). Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: a systematic review. *Dent Mater* 21:895-910.
- Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E (1982). The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 16:265-273.
- Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N (1991). Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. *J Esthet Dent* 3:133-138.
- Nakabayashi N, Takarada K (1992). Effect of HEMA on bonding to dentin. *Dent Mater* 8:125-130.
- Nanci A (2003). Dentin-pulp complex. In: Oral Histology: development, structure, and function. Nanci A editor. St. Louis: Mosby, pp.192-239.
- Nascimento A, Teixeira H, Pereira P, Nascimento P (2004). Propriedades Físicas dos Sistemas Adesivos. In: Gomes J C. Estética em Clínica Odontológica. Curitiba: Ed. Maio, pp. 24-55.
- Nordenvail KJ, Brannstrom M, Malmgren O (1980). Etching of deciduous teeth and young and old permanent teeth. A comparison between 15 and 60 seconds of etching. *Am J Orthod* 78:99-108.

- Nunes MCP, Franco EB, Pereira JC (2005). Marginal microleakage: critical analysis of methodology. *Salusvita* 24(3): 487-502.
- Ogunyinka A, Palin WM, Shortall AC, Marquis PM (2007). Photoinitiation chemistry affects light transmission and degree of conversion of curing experimental dental resin composites. *Dent Mater* 23(7):807-13.
- Oliveira NA, Diniz LSM, Svizero NR, D'Alpino PH, Pegoraro C (2010). Dental Adhesives: new concepts and clinical applications. *Revista Dentística on line* 19:6-14.
- Opdam NJ, Roeters FJ, Feilzer AJ, Verdonchot EH (1998). Marginal integrity and postoperative sensitivity in Class II resin composite restoration in vivo. *J Dent* 26:555-62.
- Packham DE (1992). In Packham DE, editor: Handbook of adhesion, Essex, UK, Longman Scientific & Technical, pp 18-20.
- Pashley DH (1984). Smear layer: Physiological considerations. *Oper Dent* p.13-29.
- Pashley DH (1989). Dentin: a dynamic substrate – a review. *Scanning Microsc* 3: 161-176.
- Pashley DH (1991). Clinical correlations of dentin structure and function. *J Prosthet Dent* 66:777-781.
- Perdigão J, Ramos JC, Lambrechts P (1997). In vitro interfacial relationship between human dentin and one-bottle dental adhesives. *Dent Mat* 13:218-227.
- Perdigão J, Lopes M (1999). Dentin bonding - questions for the new millennium. *J Adhes Dent* 1: 191-209.
- Perdigão J, Lopes M (2001). The effect of etching time on dentin demineralization. *Quintessence Int* 32:19-26.
- Perdigão J (2002). Dentin bonding as a function of dentin structure. *Dent Clin N Am* 46:277-301.
- Perdigão J, Geraldini S (2003). Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel. *J Esthet Rest Dent* 15:32-42.
- Perdigão J (2007). New developments in dental adhesion. *Dent Clin N Am* 51:333-357.
- Pereira PN, Okuda M, Sano H, Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J (1999). Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. *Dent Mater* 15:46-53.
- Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B (2005). Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dent Mater* 21:864-881.
- Reis A, Carrilho MRO, Louguercio AD, Grande RHM (2001). Sistemas adesivos atuais. *J Bras Clin Odontol Int* 5(30):455-65.
- Rigsby DF et al (1990). Marginal leakage and marginal gap dimensions of three dentinal bonding systems. *Am J Dent* 3(6):289-94.
- Sadek FT, Goracci C, Cardoso PE, Tay FR, Ferrari M (2005). Microtensile bond strength of current dentine adhesives measured immediately and 24h after. *Journal of Adhesive Dentistry* 7:297-302.

- Sakaguchi RL, Sasik CT, Bunczak MA, Douglas WH (1991). Strain gauge method for measuring polymerization contraction of composite restorations. *J Dent* 19(5):312-6.
- Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH (1995). Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent* 20(1): 18-25.
- Shafner SE, Barkmeier WW, Kelsey WP (1987). Effects of reduced acid conditioning time on enamel microleakage. *Gen Dent* 35:278-280.
- Sharawy M, Yaeger JA (1989). Esmalte. Histologia e embriologia de Orban. São Paulo: Artes Médicas p.51-110.
- Shortall AC (1982). Microleakage marginal adaptation and composite resin restorations. *Brit Dent J* 153:223-227.
- Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O (1975). Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by electron microscopy. *Caries Res* 9(5):373-387.
- Soderhölml KJ, Soares F, Argumosa M, Loveland C, Bimstein E, Guelmann M (2008). Shear bond strength of one etch-and-rinse and five self-etching dental adhesives when used by six operators. *Acta Odontol Scand* 66:243-9.
- Soetop A, Beech DR, Hardwick JL (1978). Mechanism of adhesion of polymers to acid-etched enamel. Effect of acid concentration and washing on bond strength. *J Oral Rehabil* 5:69-80.
- Summitt JB, Robbins JW, Schwartz RS (2000). Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach. 2nd ed. ed. Chicago, Ill. ; London, Quintessence Publishing.
- Swift EJ, Perdigão J, Heymann HO (1995). Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art. *Quintessence Int* 26:95-110.
- Tagami J, Tao L, Pashley DH (1990). Correlation among dentin depth, permeability and bond strength of adhesive resins. *Dent Mater* 6:45-50.
- Tay FR, Pang KM, Gwinnett AJ, Wei SH (1995). A method for microleakage evaluation along the dentin/ restorative interface. *Amer J Dent* 8(2):105-8.
- Taylor M, Lynch E (1992). Microleakage. *J. Dent.* 20(1):3-10.
- Ten Cate J (2001). Oral histology. Development, structure and function. 4ed St.Louis:Mosby; p.169-217.
- Teruya JI, Corrêa, MSNP (2001). Adesão à estrutura dental. In: Corrêa MSNP. Odontopediatria na primeira infância. São Paulo: Santos; p. 413-29.
- Tursi CP, Ferracane JL, Vogel K (2005). Filler features and their effect on wear and degree of conversion of particulate dental resin composites. *J Biomater* 26:4932-4937.
- Tyas MJ, Burrow MF (2002). Three-year clinical evaluation of one-step in non-carious cervical lesions. *American Journal of Dentistry* 15:309-11.
- Uranga A, Blum JY, Esber S, Parahy E, Prado C (1999). A comparative study of four coronal obturation materials in endodontic treatment. *J Endod* 25(3):178-80.
- Van Dijken JW (2010). Durability of resin composite restorations in high C-factor cavities: a 12-year follow-up. *J Dent* 38(6):469-74.

- Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G (1998). The clinical performance of adhesives. *J Dent* 26:1-20.
- Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P *et al.* (2001). Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent* (Suppl 6):119-144.
- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay (2003). Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentine: current status and future challenges. *Oper Dent* 28:215-235.
- Veronezi MC, Ishikiriama A, Bastos MT, Franco EB (2002). Influence of the thermocycles and the evaluation methods in the assessing the marginal microleakage of composite resin restorations. *UNIMEP* 14(1):9-18.
- Versluis A, Douglas WH, Sakaguchi RL (1996). Thermal expansion coefficient of dental composites measured with strain gauges. *Dent Mater* 12(5): 290-294.
- Went SL, McInnes PM, Dickinson GL (1992). The effect of thermocycling in microleakage analysis. *Dent Mat* 8:181-184.
- Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P (2000). Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res* 79:709-714.
- Youngson CC, Jones JC, Manogue M, Smith IS (1998). In vitro dentinal penetration by tracers used in microleakage studies. *Int Endod J* 31(2): 90-99.
- Zmener O, Banegas G, Pameijer CH (2004). Coronal microleakage of three temporary restorative materials: na in vitro study. *J Endod* 30(8):582-4.

# Anexo I

---



## GRUPO OPTIBOND FL™ MFR - INSTRUÇÕES DO FABRICANTE

**Passo 1:** Aplicar o condicionador Kerr Gel Etchant™ directamente na cavidade ou com o auxílio de um aplicador descartável na superfície de esmalte/ dentina durante 15 segundos.

**Passo 2:** Enxaguar com água durante 15 segundos.

**Passo 3:** Aplicar um suave jato de ar durante 3 segundos, com cuidado para não desidratar a superfície.

**Passo 4:** Aplicar o OptiBond FL *PRIMER* com um aplicador descartável com ligeira fricção durante 15 segundos.

**Passo5:** Evaporar o solvente com jato de ar durante 5 segundos.

**Passo 6:** Utilizando um segundo aplicador, aplicar o OptiBond FL *ADHESIVE* com ligeira fricção durante 15 segundos.

**Passo7:** Aplicar um jacto de ar durante 3 segundos.

**Passo 8:** Polimerizar durante 20 segundos\*.

**Passo 9:** Aplicar compósito de acordo com as instruções do fabricante.

\*O tempo recomendado varia conforme a luz fotopolimerizadora: Demi™, 5 segundos; L.E. Demetron II, 5 segundos; L.E. Demetron I, 10 segundos; ou Optilux™ 501, 10 segundos (Boost mode), 20 segundos (Ramp mode ou Regular mode). Para todas as outras, seguir as instruções do fabricante.

## **GRUPO OPTIBOND FL™ DETAILED – ADAPTAÇÃO DAS INSTRUÇÕES DO FABRICANTE A ESTE ESTUDO LABORATORIAL**

**Passo 1:** Aplicar o condicionador Kerr Gel Etchant com um aplicador descartável na superfície de esmalte/ dentina durante 15 segundos.

**Passo 2:** Enxaguar com jato de ar-água durante 5 segundos. E depois aplicar pellets de algodão humedecidos no interior da cavidade, de forma que a superfície dentinária permaneça brilhante e hidratada.

**Passo 4:** Aplicar o OptiBond FL *PRIMER* com um aplicador descartável com ligeira fricção durante 30 segundos.

**Passo5:** Evaporar o solvente com jato de ar durante 5 segundos até se obter uma superfície brilhante e sem movimento. Aplicar inicialmente o suave jato de ar a 10 cm e aproximar a ponta do jato da cavidade até que esta se encontre a 0,5 cm da superfície.

**Passo 6:** Utilizando um segundo aplicador, aplicar uma fina camada de OptiBond FL *ADHESIVE*. Quando necessário, este aplicador deve ser usado para remover os excessos de adesivo antes da polimerização.

**Passo 8:** Polimerizar durante 20 segundos\*.

**Passo 9:** Aplicar compósito de acordo com as instruções do fabricante.

\*O tempo recomendado varia conforme a luz fotopolimerizadora: Demi™, 5 segundos; L.E. Demetron II, 5 segundos; L.E. Demetron I, 10 segundos; ou Optilux™ 501, 10 segundos (Boost mode), 20 segundos (Ramp mode ou Regular mode). Para todas as outras, seguir as instruções do fabricante.

## GRUPO OPTIBOND SOLOPLUS™ - INSTRUÇÕES DO FABRICANTE

**Passo 1:** Aplicar o condicionador Kerr Gel Etchant™ directamente na cavidade ou com o auxílio de um aplicador descartável na superfície de esmalte/ dentina durante 15 segundos.

**Passo 2:** Enxaguar com água durante 15 segundos.

**Passo 3:** Aplicar um suave jato de ar durante 3 segundos, com cuidado para não desidratar a superfície.

**Passo 4:** Aplicar o OptiBond SoloPlus com um aplicador descartável com ligeira fricção durante 15 segundos.

**Passo7:** Aplicar um jato de ar durante 3 segundos.

**Passo 8:** Polimerizar durante 20 segundos\*.

**Passo 9:** Aplicar compósito de acordo com as instruções do fabricante.

\*O tempo recomendado varia conforme a luz fotopolimerizadora: Demi™, 5 segundos; L.E. Demetron II, 5 segundos; L.E. Demetron I, 10 segundos; ou Optilux™ 501, 10 segundos (Boost mode), 20 segundos (Ramp mode ou Regular mode). Para todas as outras, seguir as instruções do fabricante.

## GRUPO OPTIBOND XTR™ - INSTRUÇÕES DO FABRICANTE

**Passo 1:** Aplicar OptiBond XTR *PRIMER* em esmalte/ dentina com ligeira fricção durante 20 segundos. Utilizar aplicador ou pincel descartável;

**Passo 2:** Evaporar o solvente com jato de ar suave durante 5 segundos. Neste estudo padronizou-se a distância de secagem a 1 cm da amostra.

**Passo 3:** Agitar o frasco de OptiBond XTR *ADHESIVE*. Aplicar em esmalte/ dentina, realizando ligeira fricção com a ponta do aplicador durante 15 segundos.

**Passo 4:** Aplicar um jato de ar suave numa fase inicial e aumentar gradualmente a intensidade, durante 5 segundos.

**Passo 5:** Polimerizar por 10 segundos\*.

**Passo 6:** Aplicar compósito de acordo com as instruções do fabricante.

\*O tempo recomendado varia conforme a luz fotopolimerizadora: Demi™, 5 segundos; L.E. Demetron II, 5 segundos; L.E. Demetron I, 10 segundos; ou Optilux™ 501, 10 segundos (Boost mode), 20 segundos (Ramp mode ou Regular mode). Para todas as outras, seguir as instruções do fabricante.

## GRUPO OPTIBOND ALL-IN-ONE™ - INSTRUÇÕES DO FABRICANTE

**Passo 1:** Agitar o frasco de OptiBond All.in-One Adhesive vigorosamente durante 10 segundos.

**Passo 2:** Dispensar 2-3 gotas de OptiBond all-in-One num recipiente próprio. Colocar a tampa no frasco imediatamente.

**Passo 3:** Aplicar uma quantidade generosa de adesivo sobre a superfície esmalte/dentina com um aplicador descartável, realizando ligeira fricção durante 20 segundos 20 segundos.

**Passo 4:** Aplicar uma segunda vez o adesiva, novamente com ligeira fricção durante 20 segundos.

**Passo 5:** Aplicar um jato de ar suave numa fase inicial e aumentar gradualmente a intensidade durante 5 segundos.

**Passo 5:** Polimerizar por 10 segundos\*.

**Passo 7:** Aplicar compósito de acordo com as instruções do fabricante.

\*O tempo recomendado varia conforme a luz fotopolimerizadora: Demi™, 5 segundos; L.E. Demetron II, 5 segundos; L.E. Demetron I, 10 segundos; ou Optilux™ 501, 10 segundos (Boost mode), 20 segundos (Ramp mode ou Regular mode). Para todas as outras, seguir as instruções do fabricante.

## Anexo II

---



Fig 5 - Kerr Gel Etchant™ (Kerr, Orange, CA, USA).



Fig 6 - OptiBond™ FL (Kerr, Orange, CA, USA).



Fig 7 - OptiBond™ SoloPlus (Kerr, Orange, CA, USA).



Fig 8 - OptiBond™ XTR (Kerr, Orange, CA, USA).



Fig 9 - OptiBond™ All-in-One (Kerr, Orange, CA, USA).





Fig 10 - Dentes isolados com duas camadas de verniz.

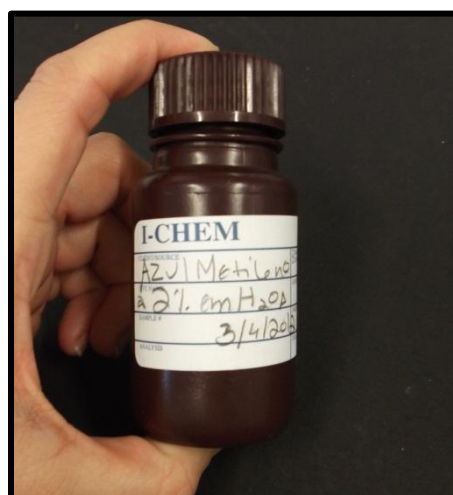


Fig 11 - Solução corante de azul de metileno a 2%.



Fig 12 - Filtração da solução corante.



Fig 13 - Dente após imersão na solução corante.



Fig 14 - Coroas coladas em bases de acrílico.



Fig 15 – Éspecimen seccionado.



Fig 16 – Estereomicroscópio Meiji Techno EMZ 8TR.

## Anexo III

---

**FOTOGRAFIAS DE ESTEREOMICROSCOPIA DO GRAU DE  
MICROINFILTRAÇÃO DE AMOSTRAS DE DIFERENTES GRUPOS**

(Ampliação 20x)



Fig 17 – Optibond FL Detailed  
(Esmalte 0, Dentina 0)

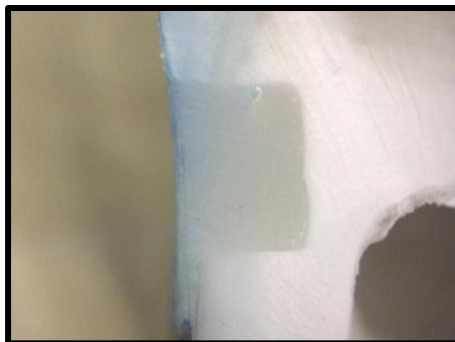


Fig 18 – Optibond FL MFR  
(Esmalte 0, Dentina 0)

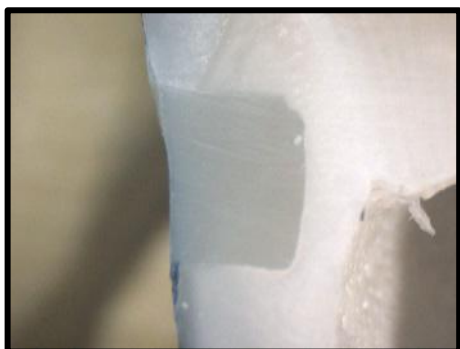


Fig 19 – Optibond FL MFR  
(Esmalte 0, Dentina 0)

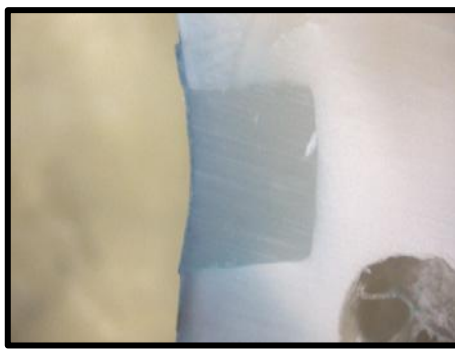


Fig 20 – Optibond FL Detailed  
(Esmalte 0, Dentina 2)

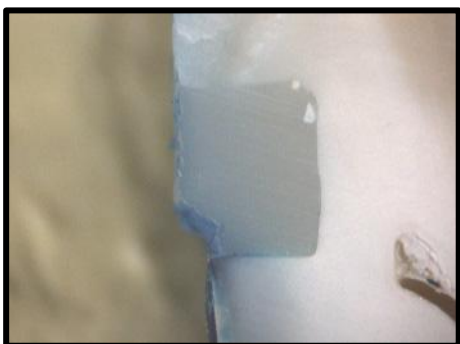


Fig 21 – Optibond SoloPlus  
(Esmalte 0, Dentina 2)

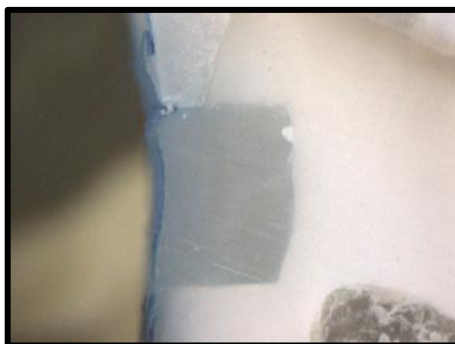


Fig 22 – Optibond All-in-One  
(Esmalte 1, Dentina 0)

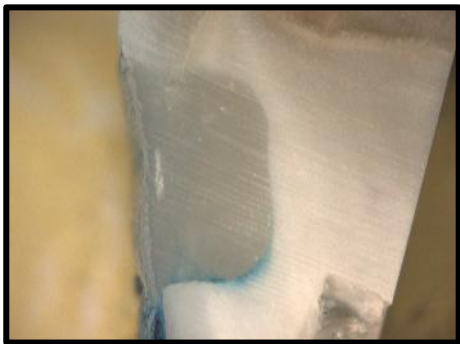


Fig 23 – Optibond SoloPlus  
(Esmalte 0, Dentina 3)

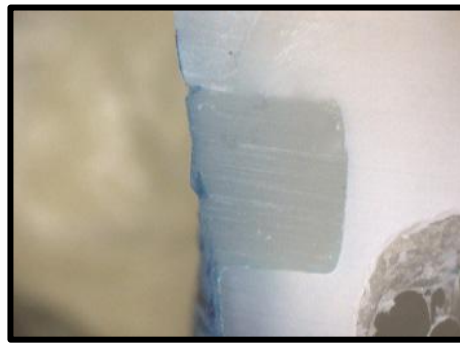


Fig 24 – Optibond All-in-One  
(Esmalte 1, Dentina 0)

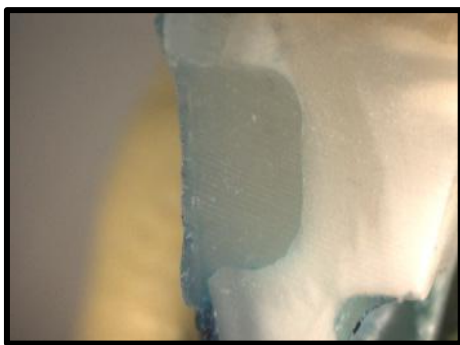


Fig 25 – Optibond FL MFR  
(Esmalte 0, Dentina 3)

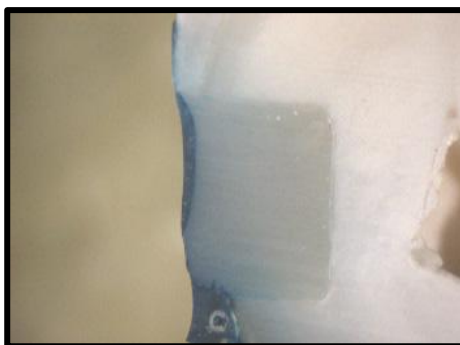


Fig 26 – Optibond FL Detailed  
(Esmalte 0, Dentina 2)

## Anexo IV

---

| Grupos               |         | Grau de Microinfiltração |   |   |   |
|----------------------|---------|--------------------------|---|---|---|
|                      |         | 0                        | 1 | 2 | 3 |
| OptiBond FL Detailed | Esmalte | 10                       | 0 | 0 | 0 |
|                      | Dentina | 6                        | 1 | 3 | 0 |
| OptiBond FL MFR      | Esmalte | 6                        | 0 | 0 | 4 |
|                      | Dentina | 1                        | 0 | 1 | 8 |
| OptiBond SoloPlus    | Esmalte | 5                        | 0 | 1 | 4 |
|                      | Dentina | 0                        | 0 | 1 | 9 |
| OptiBond XTR         | Esmalte | 0                        | 5 | 2 | 3 |
|                      | Dentina | 0                        | 0 | 3 | 7 |
| OptiBond All-in-One  | Esmalte | 0                        | 2 | 3 | 5 |
|                      | Dentina | 1                        | 0 | 2 | 7 |

Tabela 8 – Distribuição do grau de microinfiltração marginal em esmalte e dentina dos grupos experimentais.